



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**MÁQUINA LAVADORA DE PATAS DE RES PARA LA EMPRESA
PÚBLICA DE FAENAMIENTO Y PRODUCTOS CÁRNICOS IBARRA**

**AUTOR: SANTIAGO ESTÉFANO VALENCIA SANTAMARÍA
DIRECTOR: ING. CARLOS VILLARREAL**

IBARRA - ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad:	1003561063
Apellidos y Nombres:	Valencia Santamaría Santiago Estéfano
Dirección:	Av. Víctor Manuel Peñaherrera 3-59
Email:	santiagoestefano@hotmail.com
Teléfono Fijo:	062955926

DATOS DE LA OBRA	
Título:	MÁQUINA LAVADORA DE PATAS DE RES PARA LA EMPRESA PÚBLICA DE FAENAMIENTO Y PRODUCTOS CÁRNICOS IBARRA
Autor:	Valencia Santamaría Santiago Estéfano
Fecha:	20 de Enero del 2014
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniería en Mecatrónica
Director:	Ing. Carlos Villarreal

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Valencia Santamaría Santiago Estéfano, con cédula de identidad Nro. 100356106-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Valencia Santamaría Santiago Estéfano, con cédula de identidad Nro. 100356106-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4,5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“MÁQUINA LAVADORA DE PATAS DE RES PARA LA EMPRESA PÚBLICA DE FAENAMIENTO Y PRODUCTOS CÁRNICOS IBARRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO MECATRÓNICO**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Valencia Santamaría Santiago Estéfano

Cédula: 100356106-3

Ibarra a los 20 días del mes de Enero del 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, VALENCIA SANTAMARÍA SANTIAGO ESTÉFANO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado calificación profesional; y certifica la verdad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, reading "Santiago V.", with a stylized flourish and a small symbol at the end.

Valencia Santamaría Santiago Estéfano

C.I.: 100356106-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En calidad de Director de Trabajo de Grado, presentado por la señor Valencia Santamaría Santiago Estéfano, para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que dicho trabajo fue realizado por mi supervisión.

Ing. Carlos Villarreal

DIRECTOR DE PROYECTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de nacer y pertenecer a la Familia Valencia Santamaría, por darme fuerza y salud para romper los obstáculos y salir adelante todos los días de mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte quien por el lapso de los años de formación universitaria me orientaron hacia el desarrollo y desempeño profesional.

Ing. Carlos Villareal por la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto. Y especial reconocimiento merece el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas del Ing. Fernando Echeverría, Ing. Carlos Obando, Ing. Fernando Valencia.

A la Empresa Pública de Faenamiento y Productos Cárnicos Ibarra por darme la oportunidad de realizar el proyecto en sus instalaciones especialmente al Gerente Eco. Hernán Valencia.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron y me brindaron ayuda para que este trabajo se lleve a cabo.

Santy V.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

DEDICATORIA

Con mi corazón lleno de gratitud, dedico esta tesis a mi madre, quien es la razón de mi vida.

Mamita, no me equivoco si digo que eres la mejor mama del mundo, gracias por todo tu esfuerzo, tu apoyo y la confianza que depositaste en mi. Que sea esta la recompensa a tantos años de entrega, desvelos, TE AMO con todo mi corazón.

Papi, por darme la oportunidad de hacer realidad este sueño compartido, por alentarme, a hacer lo que quiero y ser como soy.

Mi niño Edguitar, Dios le pague aunque no te hayas dado cuenta, me haz enseñado a luchar con todo, por cumplir un deseo. Por regalarme momentos simpáticos y agradables. Todo tu esfuerzo y apoyo incondicional ahora te lo debo a ti y sabes que siempre estaré ahí para apoyarte.

Danny, Paolita, Fausto, por darme la fuerza y sabiduría son un gran ejemplo y gracias a ello soy lo que soy.

A mi sobrinas María José y Mishell, que con su carisma han pintado una sonrisa en mi rostro.

A mi novia Estefanía Guerrero, que durante estos años ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional y por su ayuda en mi proyecto.

A mis amigos ya que con risas, bromas, enojos siempre estuvieron presentes.

Santy V

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
DECLARACIÓN.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xiii
PRESENTACIÓN	xiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEORICO	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.1. METODOLOGÍA	1
1.2. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	2
1.2.1. IMPORTANCIA DEL LAVADO EN GENERAL	3
1.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LAVADORA.....	4
1.3.1 DEFINICIÓN DE UNA LAVADORA.....	4
1.4. SISTEMA DE LAVADO.....	4
1.5. TIPOS DE LAVADORAS	4
1.5.1. LAVADORAS DE TIPO HORIZONTAL O DE CARGA FRONTAL.....	5
1.5.2. LAVADORAS DE TIPO VERTICAL O DE CARGA SUPERIOR	5
1.6. PROCESO QUE REALIZA LA MÁQUINA.....	6
1.6.1. AGUA.	6
1.6.1.1. Aguas duras.....	6
1.6.1.2. Aguas blandas	6
1.6.1.3. Aguas neutras.....	6
1.6.1.4. Aguas alcalinas.....	6
1.6.1.5. Dureza	7
1.6.1.6. Dureza temporaria	7
1.6.1.7. Dureza permanente	8
1.6.2. RELACIÓN DE BAÑO.....	8
1.6.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PH	8
1.6.4. ESCALDADO POR INMERSIÓN	9
1.6.5. ACERO GALVANIZADO.....	9
1.6.5.1. Propiedades del acero galvanizado	9

1.6.5.2. Capas de recubrimiento de zinc- hierro.....	9
1.7. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	11
1.7.1. ANALISIS DE ALTERNATIVAS EXISTENTES	11
1.7.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.	11
1.7.2.1. Determinación de los parámetros de diseño y los parámetros funcionales	11
1.7.2.2. Parámetros diseño	12
1.7.3. Alternativa A máquina lavadora tipo horizontal o carga frontal	13
1.7.4. Alternativa B máquina lavadora, con tambor tipo vertical o carga superior	14
1.7.5 FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA	16
1.7.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	17
1.7.7. RESULTADO DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS	21
CAPÍTULO II.....	22
DISEÑO DE LA MÁQUINA LAVADORA DE PATAS DE RES	22
2.1 DISEÑO MECÁNICO DE LA LAVADORA.....	22
2.1.1. DETALLE DEL PROCESO DE LAVADO	22
2.1.2. PARÁMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL LAVADOR	23
2.1.2.1. Parámetros para diseño mecánico.....	23
2.1.3. DIMENSIONAMIENTO DEL CILINDRO LAVADOR ROTATORIO	23
2.1.3.1. Cálculo de la capacidad de carga	24
2.1.3.2. Cálculo del diámetro y altura del tambor	25
2.1.4. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL CILINDRO	26
2.1.5. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR PARA EL GIRO DEL CILINDRO	28
2.1.5.1 Momento de Inercia del eje.....	28
2.1.5.2. Momento de Inercia del cilindro del lavado	29
2.1.5.3. Inercia del producto en el interior del cilindro de lavado	29
2.1.5.4 Momento de Inercia del agua.....	32
2.1.6 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE TRANSMISION.....	35
2.1.6.1 Motor	35
2.1.6.2 Reductor de velocidad mecánico	35
2.1.6.3 Selección de la cadena y catalinas para la transmisión.....	36
2.1.6.3.1 Potencia de diseño o corregida DHP.....	37
2.1.6.3.2 Longitud de la cadena en pasos.....	38
2.1.6.3.3 Análisis de la tensión producida por la catalina	39
2.1.6.3.4 Número de tramos	39
2.1.6.3.5 Selección de las ruedas o catalinas	40
2.1.7 DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN DEL CILINDRO DE LAVADO	43
2.1.7.1 Diseño del eje en el CAD Inventor Profesional.....	43

2.1.8. SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS	47
2.1.9. DIMENSIONAMIENTO DE LA CHAVETA ²²	49
2.1.10. DISEÑO DE LA TUBERÍA DE DESAGUE ²⁴	50
2.1.11 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	52
2.1.11.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL ²⁵	52
2.1.11.2 FACTOR DE SEGURIDAD ²⁷	56
2.1.11.3 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS ²⁸	58
2.1.12. ANALISIS Y SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO	61
2.1.13. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	64
2.1.13.1 cálculos para la potencia requerida del sistema	64
CAPÍTULO III.....	65
3.1 CONTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DE ESTUDIO.....	65
3.1.1 ETAPAS DE CONTRUCCIÓN DEL PRODUCTO	66
3.1.3 CAMARA DE LAVADO	67
3.1.4 EJE MOTRIZ.....	68
3.1.5 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	69
3.1.6 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	70
3.1.7. MONTAJE.....	71
CAPÍTULO IV	74
4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
4.1.1 CONCLUSIONES.....	74
4.1.2 RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	77
ANEXO 1 TABLAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES.....	78
ANEXO 2 REDUCTOR DE VELOCIDAD.....	79
ANEXO 3 CADENA DE RODILLOS.....	80
ANEXO 4 CATALINAS	81
ANEXO 5 DATOS TECNICOS SKF	82
ANEXO 6 MANUAL DE USUARIO DE LA MÁQUINA.....	83
ANEXO 7 PROPIEDADES A LA DE FLEXIÓN DE SOLDADURAS A FILETE.....	88
ANEXO 8.....	89
FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA SELECCIÓN DE ACOPLAMIENTOS.....	89
ANEXO 9.....	92
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA LAVADORA.....	92
ANEXO 10.....	93
PLANOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lavadora utilizando un motor eléctrico	2
Figura 2. Esquema de las partes principales que conforman el lavador tipo vertical o carga superior.....	5
Figura 3. Esquema de las partes principales que conforman el lavador tipo horizontal o carga frontal.....	5
Figura 4. Protección por años según Espesor de zinc y tipo de atmósfera.....	10
Figura 5. Lavador de tambor giratorio tipo horizontal	13
Figura 6. Lavador tipo vertical con canastilla giratoria	14
Figura 7. Bosquejo de la ubicación de las partes mecánicas de la lavadora tipo horizontal	22
Figura 8. Representación del volumen de las patas de res	24
Figura 9. Vista lateral del tambor giratorio. Superficie de contacto del agua.	29
Figura 10. Propiedades de superficies planas ¹⁰	30
Figura 11. Representación gráfica momento de inercia producto respecto al eje axial....	31
Figura 12. Momento Inercia que actúa el agua sobre el cilindro respecto a un punto ¹¹ . ..	32
Figura 13. Esquema del Sistema de transmisión	36
Figura 14. Fuerzas sobre las catalinas.....	41
Figura 15. Diagrama del Cuerpo libre del eje	43
Figura 16. Esquema de la distribución de las fuerzas radiales y torques actuantes sobre el eje diseñado en CAD Inventor Profesional.....	44
Figura 17. Diagrama de fuerza de corte en el plano YZ	44
Figura 18. Diagrama del momento flector en el plano YZ.....	44
Figura 19. Chaveta del eje	49
Figura 20. Diagrama del principio de Torricelli	51
Figura 21. Análisis de la estructura con carga.....	54
Figura 22. Resumen de los datos de la simulación del Análisis del Esfuerzo de Von Misses	54
Figura 23. Análisis del esfuerzo de Von Misses	55
Figura 24. Resumen de los datos de la simulación del Análisis del Esfuerzo de Von Misses	56
Figura 25. Análisis del Factor de seguridad de la estructura de la máquina.	57
Figura 26. Ángulo L.....	58
Figura 27. Diseño de soldadura	59
Figura 28. Especificaciones para el cálculo del diámetro del perno del acoplamiento	63
Figura 29. Acoplamiento rígido tipo brida.....	64
Figura 30. Construcción de la cámara de lavado	68
Figura 31. Eje motriz, catalina y chumacera.....	69
Figura 32. Estructura de la máquina	70
Figura 33. Construcción de la caja del sistema eléctrico	71
Figura 34. Montaje de la máquina lavadora de patas de res	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de evaluación del agua.....	7
Tabla 2. Clasificación del agua por su contenido de calcio y magnesio	8
Tabla 3. Alternativas del lavador	16
Tabla 4. Criterios de evaluación	16
Tabla 5. Criterios de evaluación	18
Tabla 6. Evaluación del peso específico del criterio de costo	19
Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio facilidad de construcción.....	19
Tabla 8. Evaluación del peso específico del criterio facilidad de operación	19
Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento	20
Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio de Versatilidad	20
Tabla 11. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad	20
Tabla 12. Evaluación de alternativas	20
Tabla 13. Resumen de fórmulas para el área de contacto con el agua ¹⁰	30
Tabla 14. Características del motor trifásico.....	35
Tabla 15. Características del reductor mecánico tornillo sin fin Anexo 2.....	36
Tabla 16. Composición Química y propiedades mecánicas de perfil estructural ángulo L con norma ASTM A36.....	52
Tabla 17. Especificaciones generales de los ángulos.....	58
Tabla 18. Tipos y designaciones de máquinas herramientas y equipos.....	65
Tabla 19. Operaciones tecnológicas.....	66
Tabla 20. Simbología estándar para diagrama de flujo.....	66
Tabla 21. Actividades para el montaje.....	71

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama de flujo, construcción de cámara de lavado	67
Diagrama 2. Diagrama de flujo del sistema motriz	68
Diagrama 3. Diagrama de flujo del sistema estructural	69
Diagrama 4. Diagrama del flujo de la construcción de la caja del sistema eléctrico.....	70
Diagrama 5. Diagrama de flujo del montaje	72

PRESENTACIÓN

Desde el inicio de la vida en el planeta, el objetivo del hombre es, ha sido y será la satisfacción de sus necesidades.

Con este propósito se ha generado la más amplia gama de ideas y proyectos, ya que siendo la imaginación del hombre una fuente inagotable de problemas y soluciones, lo que ha sumado a su inmediato afán por competir y siempre ser mejor, lo han llevado a un viaje de superación, del fuego al rayo láser, de la rueda a los trasbordadores espaciales, etc.

Pero el Ecuador no puede ser la excepción, y, aunque la historia y la economía nos han relegado a un lugar poco relevante dentro de esta carrera tecnológica, se debe buscar dentro de las posibilidades, los elementos que ayuden a superar este retraso.

La solución puede ser, evitar convertirse en un simple consumidor de ciencia extranjera, y más bien siguiendo el ejemplo de aquellas empresas que una vez fueron pequeñas y que ahora son grandes y competitivas, aprovechar los conocimientos desarrollados por otros, aprovecharlos y usarlos para mejorar la ciencia y tecnología por y para los ecuatorianos

De esta forma se presenta la propuesta: el diseño de una máquina lavadora horizontal, con lo cual se pretende reducir costos, puesto que la importación de este tipo de maquinarias es muy alta, el equipo diseñado consiste en un sistema de lavado, reducción de suciedad en las patas de res, cumpliendo así la función para la cual es diseñada

El propósito de esta máquina es acelerar el proceso de manufactura del lavado de patas de res, debido que este proceso es fundamenta en la línea de lavado en la Empresa Pública de Faenamiento y productos Cárnicos Ibarra.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES

La Empresa Pública de Faenamiento y Productos Cárnicos Ibarra que se dedica al faenamiento de ganado ovino, porcino, bobino y en esta implica el lavado de patas de res lo cual requieren alimentos de alta calidad y sobre todo higiénicos.

En lo que se trata al faenamiento de reses en el cual se tiene las patas en esta producción se observan diferentes aspectos tales como el lavado de las mismas ya que tiene suciedad en ellas, en estos casos para ser llevados a mercados estos deben estar bien lavados y sanos, también el aspecto visual influye notablemente en la demanda de estos productos. La mayoría de mercados no cuentan con un tipo de máquina o sistema adecuado para limpiar las patas de res por lo que se requiere de personas para que laven, los mismos que se dedican a este tipo de procesos.

Uno de los productos que se venden y que requiere ser limpiado en su totalidad es las patas de res, por lo que el objetivo del presente proyecto es diseñar y construir una máquina apta para lavar a este producto de la manera más eficiente mejorando su calidad de limpieza y costos.

El faenamiento diario de las reses está en un promedio de 50 en Ibarra lo cual genera 200 diarias que necesitan ser lavadas para el consumo que está directamente relacionado por la variación de precios de las patas ya que son de diferente tamaño y peso.

La incorporación de la máquina para el lavado de patas de res generará ingresos para la empresa lo cual mejora la calidad del producto

1.1.1. METODOLOGÍA

Se diseñará una lavadora de patas de res con el que se continuará con el proceso de lavado de patas que cubrirá con las necesidades propuestas por la empresa. La máquina lavadora de patas de res automática será construida para satisfacer las necesidades de las personas al momento de realizar el proceso de lavado, obteniendo así un mejor producto en un tiempo reducido.

La implementación de una lavadora de patas complementa las siguientes fases:

1. Análisis de Alternativas de lavadoras
2. Diseño de elementos constitutivos del lavador
3. Elaboración de planos de construcción

4. Construcción de la parte mecánica del lavador
5. Construcción de las instalaciones del sistema lavado
6. Implementación del sistema eléctrico
7. Pruebas de la parte mecánica y eléctrica
8. Conclusiones y recomendaciones

1.2. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

El sistema de lavado se lo hace referencia a las lavadoras que en su primer momento, los productos se lava en agua caliente, para luego ser colocadas en tinajas de madera. En 1780 Robinson de Lancashire diseña y patenta una máquina para lavar. Dos años después el ingles Henry Siedger logra construir una máquina para lavar, hecha de madera y con forma de tinaja; esta debía ser impulsada a mano valiéndose de una manivela. Transcurre un largo tiempo sin que esta máquina sufra cambios sustanciales importantes, hasta que en 1901, el norteamericano Alva Fisher inventa la primera lavadora eléctrica, acoplando a uno de los modelos existentes un motor eléctrico que impulsa un tambor de acero.



Figura 1. Lavadora utilizando un motor eléctrico

Fuente: Historia y evolución de las lavadoras, <http://joseedominguez508.blogspot.com/2012/09/historia-y-evolucion-de-las-lavadoras.html>

El diseño de la máquina será realizado para lavar patas de res, por lo que es necesario especificar algunas características del producto:

1. Las patas de res contiene ingredientes nutricionales necesarios para el consumo humano del hombre como proteínas, carbohidratos, grasas y calorías.
2. Para obtener la pata de res, se requiere de un previo proceso de faenamiento donde se realiza un corte que consta de: **Corte ubicado en la región de la pierna.** Este está integrado por los músculos extensores y flexores de la pierna, **Faenamiento:** Se descoyuntan las articulaciones femortibial y tarsotibial. Se procede luego a la desinserción de los músculos y a la extracción de la tibia. Finalmente se recortan tendones y excedentes del tejido conjuntivo

La recolección de las patas de res se las pone en un estanque el cual se acumula toda patas de las vacas que han sido faenadas, estas patas son lavadas a mano con cepillos para poder eliminar suciedad aumentando así la calidad del producto. Después son quemadas para poder eliminar pelos que tienen las patas.

Por esta razón es necesario el lavado de patas ya que mercado y clientes adquieren este producto para la elaboración de platos típicos o comidas tradicionales como es el famoso caldo de patas. Las patas de res están formadas por un alto índice de nutrientes lo cual ha generado que personas compren dicho producto.

Las patas deben ser lavadas porque provienen de un proceso de faenamiento, lo que hace que se tenga el producto con altos niveles de suciedad haciendo que este conlleve microorganismos que son perjudiciales para el humano. Por esta razón es necesario realizar el lavado de las patas de res reduciendo el valor de suciedad hasta niveles que no perjudiquen las propiedades del producto, y puedan ser comercializados en mercados, restaurantes. Las patas de res es necesario llevarle al proceso de lavado para que estos sean saludables e higiénicos.

La finalidad del proceso de reducción de suciedad es el tiempo de lavado de los obreros y la salubridad que lleva dicho producto, evitando la proliferación de microorganismos sin deteriorar su calidad.

1.2.1. IMPORTANCIA DEL LAVADO EN GENERAL

La importancia del lavado de patas de res radica en que este producto debe tener principios de higiene y mejorar la calidad de vida de las personas para que así el producto sea confiable. Mejorando la prolongación del tiempo que realizan al lavar. Y reduciendo pérdidas durante el mismo.

El proceso de lavado en industrias de otros países se lleva hace muchos años, pero en el Ecuador no existe ninguna empresa que tenga este proceso de lavado.

El tratamiento de los productos es sumamente importante, como es el lavado, un tema de gran importancia, éste se lo realiza en alimentos, plantas, ropa, piezas mecánicas, granos, etc.,

En la cadena del procesamiento y lavado de productos ocupa un lugar importante ya que se realiza sobre un gran número de productos. El objetivo de lavar los productos es conseguir un producto en condiciones óptimas y mejorar sus propiedades nutricionales.

1.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LAVADORA

1.3.1 DEFINICIÓN DE UNA LAVADORA

Fundamentalmente, la lavadora en general es una máquina que sirve para lavar productos tanto alimenticios, como industriales, ahorrando esfuerzos, tiempo y agua. Esto se lo consigue mezclando agua caliente con desinfectante, en esta mezcla se coloca el producto moviéndola a velocidad dentro de un tambor.

El principio de funcionamiento de lavadoras industriales existentes en el mercado se basa en el giro que se genera sobre un recipiente, normalmente cilíndrico, dentro del cual se mezcla agua, desinfectante, y el producto a ser lavado lo que desarrollará el proceso de limpieza.

El movimiento es provocado por un motor eléctrico que está unido mediante un eje al tambor. Este depende de la velocidad y el tiempo a lavarse.

1.4. SISTEMA DE LAVADO

Entre todos los procesos que se aplican para el lavado demanda mayor consumo energético, como se sabe la energía es un producto caro. La utilización del agua caliente para las patas de res disminuirán la cantidad de suciedad en las mimas.

El exceso de suciedad luego de realizar el proceso de corte de las patas es una de las causas principales de la alta proliferación de microorganismos haciendo que el producto pierda su calidad, de ahí el objetivo inmediato después del corte de patas es lograr un eficiente lavado de las mismas.

En general las patas vienen de un proceso de faenamiento que las personas que las compran no saben cómo es su lavado y cuáles son las normas de higiene a utilizarse. Sin embargo para esto se mantendrá un proceso de lavado necesario para esto se utiliza el caldero de vapor de agua de la empresa.

1.5. TIPOS DE LAVADORAS

En la actualidad existen mucha variedad de lavadoras, todas con ligeros cambios dependiendo del fabricante de las mismas, pero toda esta variedad se agrupan en 2 grupos fundamentales de lavadoras que son:

- Lavadoras de tipo horizontal o de carga frontal

- Lavadoras de tipo vertical o de carga superior

A continuación se detallan brevemente cada una de las lavadoras

1.5.1. LAVADORAS DE TIPO HORIZONTAL O DE CARGA FRONTAL

En estas máquinas la carga del producto se la hace por la parte frontal, en donde existen una puerta que sirve para la carga y descarga del producto. También llamadas lavadoras industriales, ya que lavan productos de mayores tamaños, estas se las utilizan para lavar alimentos, ropa en gran cantidad (Hospitales), y en la industria en general.



Figura 2. Esquema de las partes principales que conforman el lavador tipo vertical o carga superior

Fuente: Aseragro, Lavadora industrial,

http://www.aseragro.com/sitio/productodetalle_aseragro.php?id=79

1.5.2. LAVADORAS DE TIPO VERTICAL O DE CARGA SUPERIOR

En estas máquinas la carga del producto se la realiza por una puerta ubicada en la parte superior. Este tipo de lavadoras suelen ser las más utilizadas debido a la comodidad que ofrecen. Utilizadas más para lavar ropa y productos pequeños.

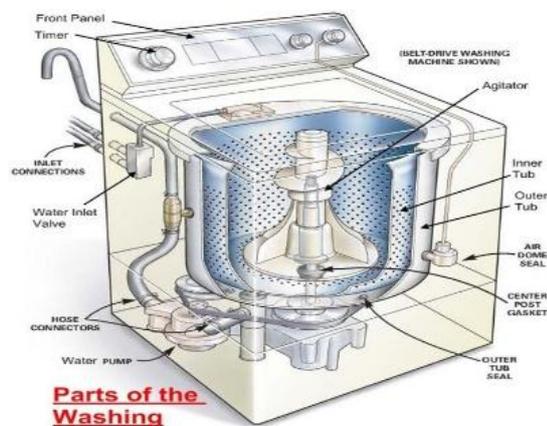


Figura 3. Esquema de las partes principales que conforman el lavador tipo horizontal o carga frontal

Fuente: Tecnoblogueado, partes de una lavadora <http://tecnoblogueando.blogspot.com/2013/04/como-funcionan-las-lavadoras.html>

1.6. PROCESO QUE REALIZA LA MÁQUINA

Para tratamientos de géneros de alimentos, se considera lo siguientes procesos:

1.6.1. AGUA.

El agua es un elemento fundamental dentro del proceso de lavado, debido a que se encuentra en todas las etapas que se siguen para obtener el producto final. El agua se encuentra en la naturaleza y va acompañada de diversas sales y gases en disolución.

Según los elementos que le acompañan, se puede considerar las mismas en dos grandes grupos: “Elementos Disueltos” y “Elementos en Suspensión”, esto lo constituye los minerales finalmente divididos, como las arcillas y los restos de organismos vegetales o animales; y la cantidad de sustancias suspendidas, que son mayor en aguas turbulentas que en aguas quietas y de poco movimiento¹.

Las aguas pueden considerarse según la composición de sales minerales presentes en:

1.6.1.1. Aguas duras

Importante presencia de compuestos de calcio y magnesio, poco solubles, principales responsables de la formación de depósitos e incrustaciones.

1.6.1.2. Aguas blandas

Su composición principal está dada por sales minerales de gran solubilidad.

1.6.1.3. Aguas neutras

Componen su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no aportan al agua tendencias ácidas o alcalinas, o sea que no alteran sensiblemente el valor de pH.

1.6.1.4. Aguas alcalinas

Las forman las que tienen importantes cantidades de carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio, las que proporcionan al agua reacción alcalina elevando en consecuencia el valor del pH presente.

¹<http://www.monografias.com/estudiodelagua/durezadelagua.com>

PARAMETROS DE EVALUACION DEL AGUA	
ASPECTO	Límpida y sin materias en suspensión
TENOR DE SÓLIDOS EN SUSPENSION	Inferior a 15mg/l
TENOR DE SÓLIDOS TOTALES	700 mg/l en el máximo
DUREZA	30 ppm carbonato de calcio
ALCALINIDAD LIBRE	Nula
ALCALINIDAD TOTAL	250 ppm carbonato de sodio
MATERIAS ORGANICAS(DCO)	20 mg/l permanganato de potasio que equivale a 1,6 mg de oxígeno consumido
CLORUROS	Máximo de 250mg/l
SULFATOS	Máximo de 250mg/l
PH	6 a 8
HIERRO	Máximo de 0,1 ppm
MANGANESO	Máximo de 0,05 mg/l
COLORO	Exento
COBRE	Exento

Tabla 1. Parámetros de evaluación del agua

Fuente: parámetros de evaluación del agua,

<http://www.bonsaimenorca.com/articulos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>

1.6.1.5. Dureza

La dureza del agua expresa globalmente la concentración de sales de calcio u magnesio disueltos, que se encuentran en el agua. La dureza del agua tiene como consecuencia la formación de depósitos calcáreos.

Existen dos tipos de dureza:

- Dureza temporaria
- Dureza permanente

1.6.1.6. Dureza temporaria

La dureza temporaria indica la cantidad en carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. En la ausencia del monóxido de carbono y por la acción del calor, los bicarbonatos de calcio y magnesio precipitan naturalmente bajo la forma de carbonatos de calcio y magnesio. Estos son insolubles en el agua, en la ausencia de CO. Este último punto explica porque el calcáreo se deposita en el producto, en las máquinas, en las calderas, etc., cuando las operaciones se efectúan en caliente. De hecho, cuando el agua es calentada, el gas carbónico disuelto en el agua se libera y como deja de estar presente, los carbonatos precipitan, depositándose sobre el producto o en la máquina.

1.6.1.7. Dureza permanente

Esta dureza es debida a todos los otros compuestos (excepto los carbonatos) tales como los sulfatos, nitratos, cloruros que se mantienen solubles en el agua, en presencia o no de gas carbónico. Calentando este en agua hasta la ebullición, estos compuestos no precipitan.

Blanda	ppm < 100
Ligeramente dura	100 < ppm < 150
Dura	150 < ppm < 250
Muy dura	ppm > 250

Tabla 2. Clasificación del agua por su contenido de calcio y magnesio
Donde ppm: partes de carbonato de calcio por 1'000.000
Fuente: Ing. CARLA BAUAB 'Manual de lavandería y tintorería'

1.6.2. RELACIÓN DE BAÑO

Un factor muy importante en el momento de lavado el cual es verificar el volumen de baño adecuado para trabajar en cada fase del proceso.

Se llama relación de baño, a la relación entre el peso del producto y el volumen de agua; por ejemplo si la relación de baño R: B es 1:10, eso significa que por un kilogramo de producto se debe utilizar 10 litros de agua

1.6.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PH

El valor del pH es una medida para soluciones de acidez o alcalinidad. La reacción neutra es indicada con un valor pH7. Valores que son menores que 7 indica reacción ácida; aquellas que son mayores reacción alcalina.

Las reacciones alcalinas o ácidas son más fuertes en la medida en la que se distancian del valor pH7. Durante el proceso de lavado, escaldado, el material pasa por soluciones con pH bastantes diversos. Es necesario el acompañamiento del pH en todos los procesos para evitar errores.

1.6.4. ESCALDADO POR INMERSIÓN

Diversas firmas fabrican cubas de escaldado de longitud variable. En estas se introducen y trasladan el producto. Esquemáticamente, pueden distinguirse el escaldado a “temperatura alta” (unos 80°C) y el escaldado a “temperatura baja” (menos de 65 °C). Según Snijders (1988), desde el punto de vista bacteriológico, es importante que la temperatura del agua de la cuba de escaldado este entre 40 y 60 °C, se utilizan adyuvantes que se añaden al agua de escaldado para facilitar la depilación (**cal y poli-fosfatos**)².

1.6.5. ACERO GALVANIZADO

El acero galvanizado por inmersión en caliente es un producto que combina las características de resistencia mecánica del Acero y la resistencia a la corrosión generada por el Zinc.

1.6.5.1. Propiedades del acero galvanizado

El recubrimiento protector, se produce al sumergir piezas de acero o hierro en un baño de zinc fundido. Es este último tipo de protección es la que permite que productos de acero o hierro puedan permanecer sin corrosión durante décadas. Esto se explica porque en presencia de humedad el zinc actúa como ánodo y el acero o hierro como cátodo, de manera que el zinc se corroe en una acción de sacrificio y evita que el acero o hierro se oxide.

1.6.5.2. Capas de recubrimiento de zinc- hierro

Los recubrimientos que se obtienen por galvanización en caliente están constituidos por varias capas de zinc-hierro, que se forma al solidificar el zinc arrastrado del baño y que confiere al recubrimiento su aspecto característico gris metálico brillante. Al ser recubrimientos obtenidos por inmersión en zinc fundido, cubren la totalidad de la superficie de las piezas, tanto las exteriores como las interiores de las partes huecas así como otras muchas áreas superficiales de las piezas que no son accesibles para otros métodos de protección.

²Higiene e inspección de carnes-I Benito Moreno García pág. 202-203

- **Resistencia a la abrasión.**- Los recubrimientos galvanizados poseen la característica casi única de estar unidos metalúrgicamente al acero base, por lo que poseen una excelente adherencia. Por otra parte, al estar constituidos por varias capas de recubrimiento zinc-hierro, y por una capa externa de zinc que es más blanda, forman un sistema muy resistente a los golpes y a la abrasión.
- **Resistencia a la corrosión.**- Los recubrimientos galvanizados proporcionan al acero una protección triple. *Protección por efecto barrera.* Aislándolo del medio ambiente agresivo. El zinc constituye la parte anódica de las pilas de corrosión que puedan formarse y se irá consumiendo lentamente para proporcionar protección al acero. Mientras exista recubrimiento de zinc sobre la superficie del acero, éste no sufrirá ataque corrosivo alguno. Los productos de corrosión del zinc, que son insolubles, compactos y adherentes, taponan las pequeñas discontinuidades que puedan producirse en el recubrimiento por causa de la corrosión o por daños mecánicos (golpes, arañazos, etc.), es decir se sacrifican para evitar la corrosión del metal base.

	ESPESOR DE ZINC EN MICRONES											
	10	20	33	43	53	66	76	86	96	106	119	129
TIPO DE ATMÓSFERA	AÑOS DE PROTECCIÓN HASTA 5% DE OXIDACIÓN DE LA SUPERFICIE											
RURAL	7	12	19	25	31	38	43	50	57	62	68	74
MARINO TROPICAL	5	10	15	20	24	29	33	39	43	48	53	58
MARINO TEMPLADO	4	9	13	17	21	26	30	35	39	43	48	51
SUBURBANO	3	6	10	14	18	21	24	29	32	36	40	42
MODERADAMENTE INDUSTRIAL	2	4	8	11	14	18	21	24	28	31	34	38
INDUSTRIAL PESADO	1	2	4	7	9	11	13	15	15	19	21	22

Figura 4. Protección por años según Espesor de zinc y tipo de atmósfera

Fuente: Revista Metalindustria, Galvanizado en caliente o frío, <http://www.asimet.cl/galvanizado.htm>

Las principales ventajas de los recubrimientos galvanizados en caliente pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Duración excepcional
- Resistencia mecánica elevada
- Protección integral de las piezas (interior y exteriormente)
- Triple protección: barrera física, protección electroquímica y auto curado
- Ausencia de mantenimiento

1.7. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

1.7.1. ANALISIS DE ALTERNATIVAS EXISTENTES

De acuerdo a la necesidad del lavador, tenemos que dar una solución para poder realizar el lavado de patas de res.

1.7.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

En el estudio de alternativas se analizarán los equipos convenientes para el objetivo planteado.

1.7.2.1. Determinación de los parámetros de diseño y los parámetros funcionales

Como primer paso en el diseño de la máquina lavadora de patas de res, se determina cuáles son los requerimientos que existen en el mercado nacional, y las empresas que realizan este tipo de trabajo.

El lavado del producto, es una actividad que involucra altas inversiones así como gastos de operación, este hecho crea la necesidad de aumentar la capacidad de las máquinas que se usan para este proceso permitiendo una reducción de costos y un ahorro de tiempo en la producción.

La máquina lavadora de patas de automática será construida para satisfacer las necesidades de las personas al momento de realizar el proceso de lavado, obteniendo así un mejor producto en un tiempo reducido.

Para construir la máquina lavadora de patas de res, se proponen dos alternativas para su análisis.

En la calificación y selección de la alternativa se toman en cuenta parámetros cuantitativos y cualitativos como: peso, costos, mantenimiento, vida útil, dimensiones, capacidad, tiempo y eliminación de desechos.

Todos estos aspectos permitirán seleccionar la opción más adecuada.

1.7.2.2. Parámetros diseño

Para determinar los parámetros de diseño que intervienen en la lavadora, se considera las necesidades, requerimientos y condiciones de trabajo a las que va estar sometida. Los parámetros considerados para el diseño son los siguientes.

- **Parámetros funcionales.** Debido a que en la Empresa Pública de faenamiento y Productos Cárnicos Ibarra (EP-FYPROCAI) se faena alrededor de 50 reses diarias promedio, lo cual generan aproximadamente 200 patas diarias que deben ser lavadas, se hace necesaria la utilización de este tipo de lavadora de diferentes medidas y capacidades, por esta razón este estudio está encaminado a realizar un diseño que cumpla con los requerimientos propuestos por la empresa.
- **Capacidad de carga.** Debe justificarse la capacidad de lavado dentro del requerimiento del diseño, la lavadora tendrá una capacidad de aproximada 50kg se toma como referencia que deberá lavar 20 patas en 15 minutos y cada una de estas tiene un peso promedio de 5,5 libras.
- **Tamaño y peso.** Es necesario que la máquina tenga un peso moderado para una fácil movilización.
- **Costos.-** Los elementos a utilizarse deberán ser económicos para justificar la construcción de la máquina en relación a las máquinas ya existentes en el mercado cuyo costo es de 15000 a 20000 dólares.
- **Tipo de trabajo.** Como su nombre lo dice la principal aplicación es lavar patas de res, sin embargo, según el estudio de los procesos que se realizan en la industria, esta también se utiliza para lavar panzas, librillo, menudo. Por esta razón este punto será tomado en cuenta en el análisis y selección de alternativas
- **Mantenimiento.-** Los componentes de la máquina deben ser fáciles de replazar y de fácil desmontaje para su respectivo mantenimiento.
- **Materiales.** Para la construcción de la máquina se considera utilizar materiales resistentes a temperaturas altas y que se los pueda encontrar en el mercado local, se utilizará un acero estructural que sea dúctil y anticorrosivo. Los accesorios que se utilizan ya sea por el requerimiento o por protección, son. Moto-reductor, catalinas, cadenas, también se utiliza pintura, tornillos. La selección de estos elementos se realiza por catálogos, considerando la disponibilidad de estos productos en el mercado local.
- **Vida útil.-** La máquina será diseñada tomando en cuenta una vida útil de 5 años. Hay algunos elementos específicos que requieren de un mantenimiento constante, y el deterioro de estos depende del tipo de proceso que realice la máquina con mayor frecuencia, además del mantenimiento que se les realice.

- **Tiempo de lavado.-** Se considera que el tiempo de lavado es muy importante en el presente diseño, ya que de este parámetro depende que las industrias produzcan más producto en menos tiempo.
- **Eliminación de desechos.-** La eliminación de desechos deberá realizarse de manera óptima, para obtener un producto libre de impurezas o suciedad.
- **Procesos.** Los principales procesos que se requieren para la construcción de la lavadora son. Trazado, cortado, doblado, taladrado, soldadura, ensamble, acabado.
- **Condiciones básicas.-** Las condiciones básicas para la buena operación de lavado son:
 - Minimizar el esfuerzo de trabajo
 - Minimizar el consumo de agua.
- **Manejo de la máquina.-** El manejo del equipo de lavado de patas de res no debe ser complicado, es decir no debe requerir grandes esfuerzos, ni entrenamiento previo, de tal manera que cualquier persona con una mínima capacitación pueda manipular la máquina en forma eficiente y segura.
- **Seguridad.-** La manipulación del equipo no debe representar ningún peligro para los operarios y las personas que se encuentran a su alrededor.

1.7.3. Alternativa A máquina lavadora tipo horizontal o carga frontal

Descripción: La máquina lavadora se acciona mediante control ON/OFF y un temporizador ubicado en el tablero eléctrico el cual es accionando al eje que esta acoplado al cilindro giratorio este gira en torno a su eje longitudinal con una velocidad de acuerdo al producto a tratar y el tamaño del cilindro, por medio de su giro lava el producto al ingresar agua caliente controlando el flujo de agua con válvulas de cierre/abertura. Se realiza el desfogue del agua sucia utilizando una válvula de desagüe.

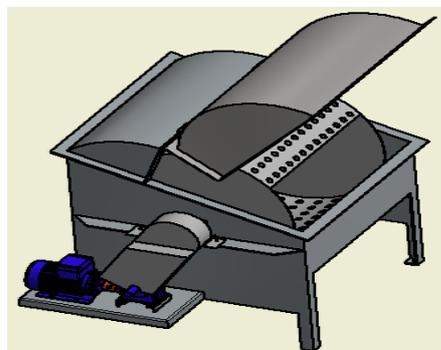


Figura 5. Lavador de tambor giratorio tipo horizontal
Autor: Santiago Valencia

Características

- Proceso de lavado a gran escala Kg/hora
- Contacto directo
- Utiliza agua caliente (escaldado)
- Control de flujo de fácil operación
- Simplicidad tecnológica

Ventajas

- Gran producción de lavado kg/hora
- Lavado rápido por mejores coeficiente de procesos de lavado
- Disminuir tiempos de proceso de lavado en obreros
- Innovación
- Tiempo de lavado
- Menor consumo de agua
- Vida útil
- Innovación
- Fácil manejo de la máquina
- Ahorro económico.
- Buena capacidad de lavado

Desventajas

- Requerimientos de espacios físicos considerables
- Mayor control de potencia de alimentación hacia el tablero eléctrico y giro del cilindro
- Alto consumo energético

1.7.4. Alternativa B máquina lavadora, con tambor tipo vertical o carga superior



Figura 6. Lavador tipo vertical con canastilla giratoria

Fuente: Maquinaria Internacional, lavadora de piezas por aspersion modelo teknox 80, <http://www.maquinariainternacional.com/maquinaria/de/lavadora-industrial-de-piezas-por-aspersion-modelo-teknox-80.asp?nombre=150&cod=150&sesion=1>

Descripción: Este tipo de máquinas son recomendables para pequeñas capacidades, por su facilidad de carga. La máquina lavadora se acciona mediante tablero de control el cual es accionando al eje que esta acoplado al cilindro giratorio con una velocidad de acuerdo al producto a tratar y el tamaño del cilindro, por medio de su giro lava el producto al ingresar agua el flujo de agua con válvulas de cierre/abertura. Se realiza el desfogue del agua sucia utilizando una válvula de desagüe.

Ventajas

- Materiales fáciles de encontrar en el mercado
- Bajo costo energético
- Fácil operación

Desventajas.

- Difícil remplazó de componentes defectuosos.
- No utiliza agua a altas temperaturas por lo que no existe un escaldado

Para la selección de la alternativa adecuada que cumpla con los objetivos especificados en este proyecto, se emplea el método ordinal corregido de criterios ponderados³.

Este método se basa en unas tablas donde cada criterio se confronta con los restantes criterios y se asignan los valores siguientes:

- 1 si el criterio de las filas es superior (o mejor; >) que el de las columnas
- 0,5 si el criterio de las filas es equivalente (=) al de las columnas
- 0 si el criterio de las filas es inferior (o peor:<) que el de las columnas

Luego, para cada criterio, se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios, al que se añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una relación nula); después, en otra evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de sus pesos específicos por el del respectivo criterio.

En la construcción de la máquina lavadora de patas, las soluciones o alternativas se presentan en la tabla 3 Alternativas del lavador.

³ Carles Riba, *Diseño Concurrente*, P. 57

CODIGO	ALTERNATIVA
A.	máquina lavadora tipo horizontal o carga frontal
B.	máquina lavadora, con tambor tipo vertical o carga superior

Tabla 3. Alternativas del lavador
Autor. Santiago Valencia.

1.7.5 FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para evaluar la alternativa anteriormente propuestas se toman en cuenta varios criterios que sean tomados en base a los objetivos del proyecto y las máquinas lavadoras más usadas en las industrias.

CRITERIOS
Costos
Facilidad de construcción y montaje
Facilidad de mantenimiento
Facilidad de operación
Versatilidad
Seguridad

Tabla 4. Criterios de evaluación
Autor: Santiago Valencia

Costo

La máquina está dirigida a la gran industria, por lo que el costo de construcción es uno de los criterios más importantes a tomarse en cuenta.

Para saber el costo total de la máquina, se toma en cuenta.

- El costo de los materiales a emplearse en la construcción de lavador
- El costo del alquiler de maquinaria a emplearse durante la construcción y montaje que se lo realiza de acuerdo a los valores que están vigentes actualmente en el mercado.

Facilidad de construcción y montaje

Es importante ya que el valor final de la máquina difiere tomando en cuenta la existencia de piezas complejas o sencillas de rápida construcción, la utilización de herramientas sofisticadas y mano de obra calificada.

Facilidad de mantenimiento

La evaluación se realiza en base a las siguientes condiciones:

- La utilización de herramientas de fácil adquisición
- Facilidad de montaje y desmontaje para el mantenimiento
- Facilidad de adquisición de repuestos en el mercado nacional

Facilidad de operación

Se evalúa la operación que presenta la máquina, de esta manera se garantiza el buen uso de la misma y por ende el alargamiento de su vida útil.

Versatilidad

Se evalúa la versatilidad que presenta la máquina, este criterio es importante debido a que la máquina está dirigida a la gran industria.

Seguridad

Se evalúa la capacidad que tenga la máquina para brindar las condiciones adecuadas de operación y bienestar operario.

1.7.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En la tabla 5 se procede a la evaluación del peso específico de cada criterio

Costo>Facilidad de construcción> Facilidad de Operación = Mantenimiento > versatilidad = seguridad

Criterio	Costo	Facilidad de construcción	Facilidad de operación	Mantenimiento	Versatilidad	seguridad	$\sum +1$	PESO PONDERADO
Costo		1	1	1	1	1	6	0.272
Facilidad de construcción	0		1	1	1	1	5	0.227
Facilidad de operación	0	0		0.5	1	1	3.5	0.159
Mantenimiento	0	0	0.5		1	1	3.5	0.159
Versatilidad	0	0	0	0		0.5	1.5	0.068
seguridad	0	0	0	0	0.5		1.5	0.068
TOTAL							21	1

Tabla 5. Criterios de evaluación
Autor: Santiago Valencia.

Luego de haber realizado la evaluación del peso específicos de cada criterio se procede a la evaluación de los pesos específicos de los criterios de distintas alternativas en las siguientes tablas:

SOLUCIÓN A> SOLUCION B				
Costo	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		1	2	0.667
Solución B	0		1	0.333
		TOTAL	3	1

Tabla 6. Evaluación del peso específico del criterio de costo
Autor: Santiago Valencia

SOLUCION A> SOLUCION B				
Facilidad de construcción	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		1	2	0.667
Solución B	0		1	0.333
		TOTAL	3	1

Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio facilidad de construcción
Autor: Santiago Valencia

SOLUCION A= SOLUCION B				
Facilidad de operación	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		0.5	1.5	0.5
Solución B	0.5		1.5	0.5
		TOTAL	3	1

Tabla 8. Evaluación del peso específico del criterio facilidad de operación
Autor: Santiago Valencia

SOLUCION A= SOLUCION B				
Mantenimiento	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		1	2	0.667
Solución B	0		1	0.333
		TOTAL	3	1

Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento
Autor: Santiago Valencia

SOLUCION A= SOLUCION B				
Versatilidad	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		0.5	1.5	0.5
Solución B	0.5		1.5	0.5
		TOTAL	3	1

Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio de Versatilidad
Autor: Santiago Valencia

SOLUCION A= SOLUCION B				
Seguridad	Solución A	Solución B	\sum_{+1}	Ponderada
Solución A		0.5	1.5	0.5
Solución B	0.5		1.5	0.5
		TOTAL	3	1

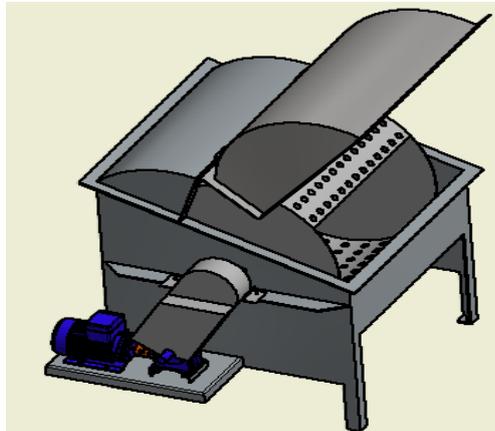
Tabla 11. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad
Autor: Santiago Valencia

EVALUCIÓN DE ALTERNATIVAS								
critério	costo	F. de construcción	F. de Operación	Manteni.	Versatilidad	seguridad	Σ	prioridad
Solución A	0.1814	0.1514	0.0795	0.1060	0.034	0.034	0.586	1
Solución B	0.0905	0.0755	0.0795	0.0529	0.034	0.034	0.366	2

Tabla 12. Evaluación de alternativas
Autor: Santiago Valencia

1.7.7. RESULTADO DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Al culminar con todos los pasos previos al método ordinal corregido de criterios ponderados se llega a la conclusión, que en base a los datos mostrados en la tabla 12, que la mejor alternativa para cubrir los requerimientos es la máquina lavadora tipo horizontal o carga frontal de la figura 5. Que es la alternativa **A**



CAPÍTULO II

DISEÑO DE LA MÁQUINA LAVADORA DE PATAS DE RES

En este capítulo se realiza un análisis de fuerzas para determinar las cargas a las cuales se encuentran sometidos los elementos que componen la máquina. Algunos elementos son diseñados para ser construidos y otros son seleccionados de catálogos existentes en el mercado.

2.1 DISEÑO MECÁNICO DE LA LAVADORA

2.1.1. DETALLE DEL PROCESO DE LAVADO

El lavado se produce por la energía entregada por el agua caliente (mezcla vapor de agua y agua fría) y el desinfectante, para luego obtener el material lavado

- Cámara de lavado
- Sistema motriz
- Sistema eléctrico
- Estructura mecánica

A continuación se hace un estudio de cada uno de los elementos mecánicos a seleccionar o dimensionar.

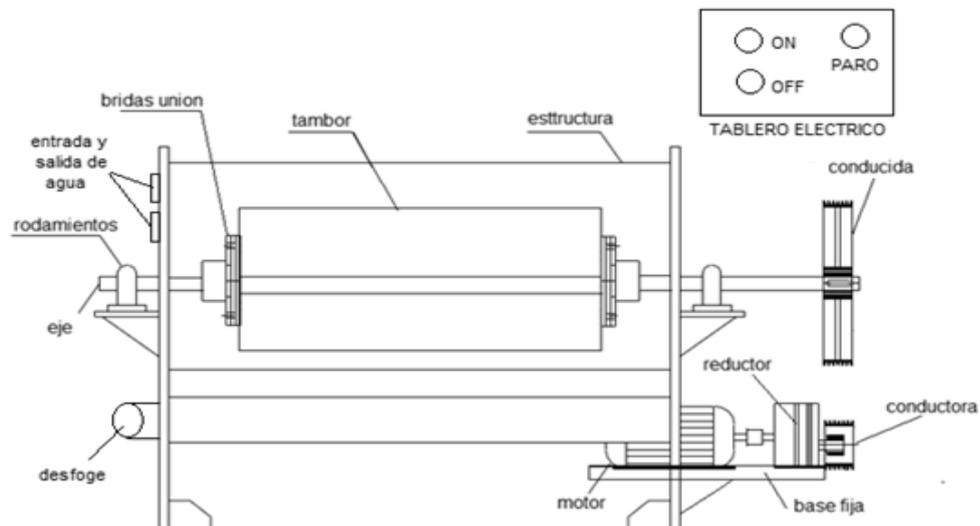


Figura 7. Bosquejo de la ubicación de las partes mecánicas de la lavadora tipo horizontal
Autor: Santiago Valencia

2.1.2. PARÁMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL LAVADOR

Los parámetros para el dimensionamiento se los obtienen en base a las especificaciones, necesidades y demás ítems desarrollados en la teoría expuesta anteriormente.

2.1.2.1. Parámetros para diseño mecánico

De donde se tiene:

- Capacidad promedio= 50 kg
- Temperatura máxima del agua para el lavado es de 50°C

2.1.3. DIMENSIONAMIENTO DEL CILINDRO LAVADOR ROTATORIO

Para encontrar el peso promedio del producto por hora se considera que diariamente se faenan 50 reses diarias lo que equivale a 200 patas y cada una pesa 5,5lb promedio lo cual diariamente se obtiene 1100lb de patas reses que se faenan en la empresa pública de faenamiento y productos cárnicos Ibarra, estas personas por lo general se demoran 8 horas diarias laborables de trabajo durante 5 días de la semana. Como se desea reducir las horas de trabajo y se quiere alcanzar es lavar 80 patas/h. Esto quiere decir que 440lb se lavarán en una hora lo que equivale a 200kg/h y como el proceso va realizar paros de 15 minutos. Entonces en el tambor giratorio en 15 minutos lavara 20 patas y esto equivale a un peso de 110lb y esto es igual a 50kg (kilogramos).

$$\dot{m}_p = 50 \frac{kg}{15 \text{ minutos}}$$

El dimensionamiento del cilindro de lavado se lo realiza tomando en cuenta las condiciones extremas, es decir que en cualquier instante el cilindro contiene toda la capacidad nominal de 50[kg] que nos da como una proximidad a lavar de 20 patas.

Las dimensiones del cilindro de lavado están en función directa de la capacidad o cantidad del producto a tratar. Para permitir que exista un acelerado tratamiento será indispensable tener un volumen del cilindro de lavado mayor ocupada por el producto.

2.1.3.1. Cálculo de la capacidad de carga

El volumen de carga que ocupa la pata de res se toma como referencia un prisma rectangular

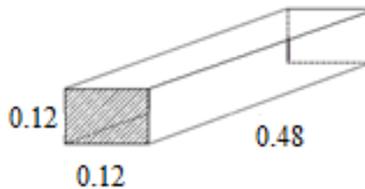


Figura 8. Representación del volumen de las patas de res
Autor: Santiago Valencia

$$V = L^3 \quad \text{Ecuación: 3}$$

$$V = 0,12[m] * 0,12[m] * 0,48[m]$$

$$V_{carga} = 0,0069 [m^3] * 20 \text{ patas}$$

$$V_{carga} = 0,138 [m^3]$$

$$\rho_{pata} = \frac{m}{v} \quad \text{Ecuación: 4}$$

$$\rho_{pata} = \frac{50kg}{0,138 m^3} = 434$$

$$\rho_{pata} = 362.31 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Para el cálculo del volumen total del tambor de la recomendación⁴ que existe para las máquinas rotatorias, que dice, las máquinas rotatorias operan usualmente llenando su volumen con material (producto o carga) entre el 20% y el 40%, por lo que se hace necesario conocer la carga con la que va a trabajar el equipo, para el diseño, esta es de 50kg, que en volumen carga es de $0,138 [m^3]$.

Entonces con el dato suministrado anteriormente se asume que el producto ocupa un 40% del volumen total del tambor, por lo que se tiene:

$$V_{tambor} = \frac{V_{carga}}{0,40} \quad \text{Ecuación: 1}$$

⁴PERRY R. "Manual del Ingeniero Químico", 5ta Edición, Vol. 3, Ed. McGraw Hill, Pg. 20-40

Donde:

V_{tambor} : volumen del tambor

V_{carga} : volumen total de la carga del producto

Entonces se tiene el volumen total del tambor es:

$$V_{tambor} = 0,345 [m^3]$$

2.1.3.2. Cálculo del diámetro y altura del tambor

Como su nombre lo indica el tambor tiene una forma cilíndrica debido a su rotación. Además por estar en contacto con el agua y desinfectante el material está constituido por planchas de acero galvanizado con perforaciones.

Para encontrar las dimensiones adecuadas se procede al análisis de planchas que existen en el mercado nacional teniendo que las medidas estándar son 1200 x 2400mm, estas deben ser dobladas posteriormente para adoptar la forma cilíndrica.

Entonces:

$$\text{Perímetro} = \pi * (\text{diámetro})$$

Ecuación: 5

$$\text{Diámetro} = 2400 / \pi = 763,94\text{mm}$$

$$D_{tambor} = 0,76\text{m}$$

Despejando la ecuación y reemplazando valores

$$D_{tambor} = \sqrt{\frac{4x V_{tambor}}{\pi * L}}$$

Ecuación: 6

Despejando tenemos:

$$L = \frac{4 * V_{tambor}}{\pi * D_{tambor}^2}$$

Donde:

D_{tambor} : diametro del tambor

L : longitud del tambor

$$L = 0,76 [m]$$

2.1.4. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL CILINDRO

El material seleccionado por tratarse de un proceso de lavado se utilizará un acero galvanizado normalizado con recubrimiento de zinc en caliente; también existen máquinas con acero estructural que están fabricados con hierro fundido o dulce, pero se decide construir el lavador con acero estructural ASTM A653 galvanizado, el cual tiene las siguientes propiedades mecánicas:

Para seleccionar el espesor óptimo se tiene en cuenta lo siguiente.

Resistencia de fluencia: $s_y = 292,2 \text{ [MPa]} = 2979,5 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]^5$

Esfuerzo ultimo: $s_{ut} = 393,3 \text{ [MPa]} = 4010,4 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$

La presión que soporta el cilindro en su interior está dada por la siguiente formula:

$$P = \frac{P_p}{A_{patas}} \quad \text{Ecuación: 7}$$

Donde:

P : presión que ejerce las patas sobre las paredes del cilindro Kg/mm^2

P_p : peso de las patas, Kg

A_{patas} : Área comprendida por la superficie del cilindro

Para calcular el área de un prisma rectangular se emplea la siguiente formula:

$$A = 2L^2 + 4L^2 \quad \text{Ecuación: 8}$$

$$A = 2(0,12*0,12) + 4(0,48*0,12)$$

$$A = 0,2208 \text{ una pata de res}$$

Como son 20 patas se le multiplica

$$A_{\text{total patas}} = 4,416 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = \frac{50\text{kg}}{44160 \text{ cm}^2}$$

$$P = 1,132 * 10^{-3} \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

⁵<http://www.es.scribd.com/doc/44500095/Existen-Dos-Formas-de-Identificar-Los-Aceros>

Tomando el cilindro como una pared delgada, entonces los esfuerzos a los que está sometido son los siguientes:

$$\sigma_{tra} = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t} \quad \text{Ecuación: 9}$$

$$\sigma_{lon} = \frac{P \cdot D}{4 \cdot t} \quad \text{Ecuación: 10}$$

Donde:

σ_{tra} : Esfuerzo circunferencial, [kg/cm²]

σ_{lon} : Esfuerzo longitudinal, [kg/cm²]

D : diámetro interior del cilindro, [cm]

P : presión que ejerce las patas sobre las paredes del cilindro, [kg/cm²]

T : espesor del material

Si se considera que el espesor del material de 2[mm] para la cámara de lavado los esfuerzos son los siguientes:

$$\sigma_{tra} = \frac{1,132 \cdot 10^{-3} \cdot 76}{2 \cdot 0,2} = \mathbf{0,2150 \text{ [kg/cm}^2\text{]}}$$

$$\mu = \frac{S_y}{\sigma_{tra}} \quad \text{Ecuación: 11}$$

Donde:

μ : factor de seguridad

$$\mu = \frac{2979,5}{0,2150} = 13858,13$$

$$\sigma_{lon} = \frac{1,132 \cdot 10^{-3} \cdot 76}{4 \cdot 0,2} = \mathbf{0,1075 \text{ [kg/cm}^2\text{]}}$$

$$\mu = \frac{4010,4}{0,1075} = 37594,41$$

Se puede observar que los esfuerzos son muy bajos y el material seleccionado de 2 [mm] de espesor sobrepasa cualquier requerimiento y con esto se puede decir que no existirá deformación.

2.1.5. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR PARA EL GIRO DEL CILINDRO

Para la selección del motor es necesario conocer la cantidad de inercia que debe vencer para que produzca el momento adecuado y el cilindro de lavado gire.

La cantidad de inercia a vencer es la conformada por:

- Inercia del eje del lavador
- Inercia de las patas
- Inercia del cilindro de lavado
- Inercia del agua

Para determina el momento del cilindro de lavado se emplea la ecuación

$$\sum M = \sum I * \alpha \quad \text{Ecuación: 12}$$

Dónde:

M: momento [N*m]

I: Inercia de todos los elementos del sistema [kg*m²]

α: Aceleracion angular [rad/s²]

La inercia total del sistema es la suma de todas las inercias de los diferentes elementos del cilindro de lavado.

$$\sum I = I_{\text{eje}} + I_{\text{patas}} + I_{\text{cilindro}} \quad \text{Ecuación: 13}$$

2.1.5.1 Momento de Inercia del eje

Para determinar la inercia del eje se emplea y asume que el diámetro es 1 ½ (in) de acero de transmisión AISI 1018 que es más utilizando para este tipo de aplicaciones.

Luego será recalculando este valor

$$I_{\text{eje}} = \frac{\pi * d^4 * L_e * \rho_{at}}{32} \quad \text{Ecuación: 14}^6$$

Donde:

D: diámetro asumido para el eje =38,1[mm]=0,0381 [m]

L_e: Longitud del eje 1,14 [m]

ρ_{at}: Densidad del acero AISI 1018, = 7854 [kg/m³]⁷

$$I_{\text{eje}} = 1,852 * 10^{-3} [\text{kg. m}^2]$$

⁶Meriam, Estática, 2da. Edición, P. 443

⁷Incropera De Witt, Fundamentos de Transferencia de Calor, cuarta edición, P. 827.

2.1.5.2. Momento de Inercia del cilindro del lavado

La inercia del cilindro se obtiene de la siguiente ecuación cuya geometría es un tubo circular.

$$I_{\text{cilindro}} = \frac{\pi * L * \rho_{SAE36} * (d_{\text{ext}}^4 - D_{\text{int}}^4)}{64} \quad \text{Ecuación: 15}^8$$

Dónde:

ρ_{SAE36} : densidad del acero SAE 36 = 7832 $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ ⁹

L : longitud del cilindro, 0.76 [m]

d_{ext}^4 : diámetro externo del cilindro de lavado: 0.76

D_{int}^4 : diámetro interno del cilindro de lavado, = 0,758

Remplazando:

$$I_{\text{cilindro}} = \frac{\pi * 0,76m * 7832 \text{ [kg/m}^3\text{]} * (0,76m^4 - 0,758^4)}{64}$$

$$I_{\text{cilindro}} = 0,876 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

2.1.5.3. Inercia del producto en el interior del cilindro de lavado

Para fines de análisis el cilindro es cubierto el agua hasta la mitad de su diámetro exterior. Se asume que en Y_c es un máximo.

$$\frac{d}{D} = 0.5$$

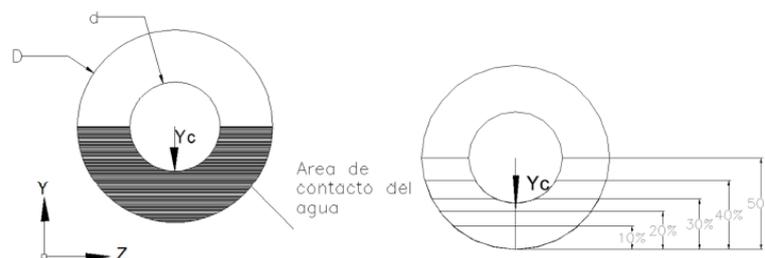


Figura 9. Vista lateral del tambor giratorio. Superficie de contacto del agua.
Autor: Santiago Valencia

⁸Estática, Meriam, 2da. Edición, pág. 443

⁹M.R. Valenzuela, Apuntes de transferencia de calor, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Anexos Tabla A-1

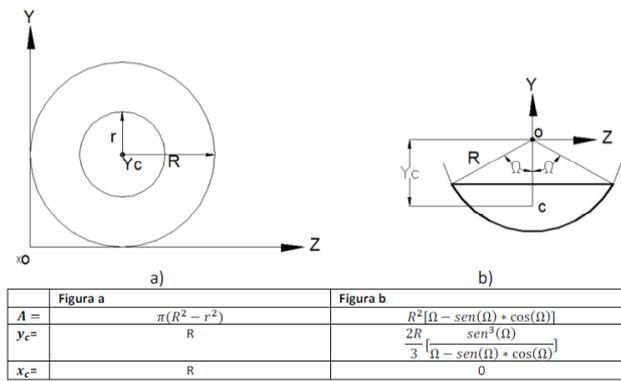


Figura 10. Propiedades de superficies planas¹⁰
Autor: Santiago Valencia

Por regla de tres y utilizando las propiedades de superficies planas se deduce que el centroide de cada área de contacto es:

$$r = \frac{R}{2} \text{ Ecuacion:}$$

$$A = \pi(R^2 - r^2) = \pi\left(R^2 - \frac{R^2}{4}\right) \text{ Ecuacion:}$$

$$A = \frac{3}{4} \pi R^2 \text{ Ecuación:}$$

Área de contacto	área	porcentaje	y_c
	$A = \frac{3}{8} \pi R^2$	50%	$y_c = 0.4951 R$
	$A = \frac{3}{10} \pi R^2$	40%	$y_c = 0.6037 R$
	$A = \frac{9}{40} \pi R^2$	30%	$y_c = 0.6907 R$
	$A = \frac{3}{20} \pi R^2$	20%	$y_c = 0.7544 R$
	$A = \frac{3}{40} \pi R^2$	10%	$y_c = 0.8471 R$

Tabla 13. Resumen de fórmulas para el área de contacto con el agua¹⁰
Autor: Santiago Valencia

$$\text{Altura de carga} = y_c = 0,6037 * 0,38 \text{ m} = 0,229 \text{ [m]}$$

¹⁰Parámetro dimensional extraído. Optimal Design of an Archimedes Screw, extraído del ensayo del Profesor de Matemática Chris Rorres de la Universidad de Phidadelphia. Publicado en Journal of Hydraulic Engineering. Enero2000.

Las condiciones con las cuales se realiza los cálculos son en los casos extremos con la finalidad de encontrar un factor de seguridad que de un buen funcionamiento y no existan fallas. A las patas se las considera como prismas rectangulares, y su cálculo se lo realiza respecto a su eje axial, así se tiene:

El producto o carga es considerado como prismas rectangulares, y su cálculo se lo realiza respecto a su eje axial, así se tiene:

$$I_r = \frac{m}{12} (a^2 + b^2) \quad \text{Ecuación: 19}$$

I_r : momento de inercia de un prisma rectangular (pata de res)

a^2 : altura del prisma (pata de res)

b^2 : base del prisma (pata de res)

$$I_r = \frac{2.5 \text{ kg}}{12} (0,12^2 + 0,48^2)$$

$$I_{pata} = 0,05 \text{ kg} - \text{m}^2$$

Utilizando el resultado de la altura de carga que es de 0,229 m es la que ocuparía nuestro producto en un total del 40% del total del volumen del tambor.

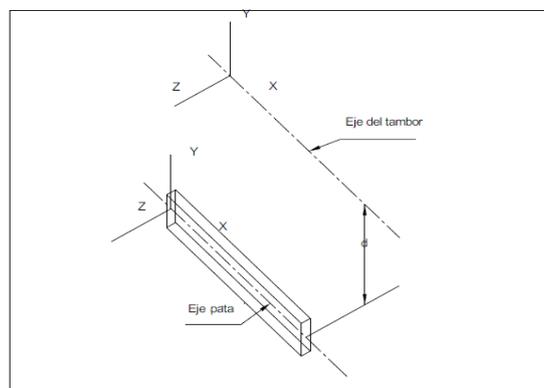


Figura 11. Representación gráfica momento de inercia producto respecto al eje axial
Autor: Santiago Valencia

$$I'_{\text{producto}} = I_{\text{pata}} + m * d^2 \quad \text{Ecuación: 20}$$

Donde:

I'_{producto} : momento de inercia del producto respecto al eje axial del tambor

d^2 : distancia entre los ejes axiales (producto tambor)

$$I'_{\text{producto}} = 3,482 \text{ kg} - \text{m}^2$$

2.1.5.4 Momento de Inercia del agua

Se debe determinar el momento máximo que pasa por un punto del cilindro este va hacer el que actué como fuerza contrario en el giro del cilindro que en este caso seria el agua.

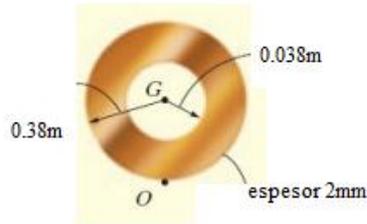


Figura 12. Momento Inercia que actúa el agua sobre el cilindro respecto a un punto¹¹.
Autor: Santiago Valencia

Altura respecto al eje axial se encuentra a 0.38 m del punto O

Densidad agua = 988,02 [kg/m³](densidad del agua a 50 grados centígrados)

Hueco:

$$m_h = \rho_h * V_h \quad \text{Ecuación: 21}$$

$$(I_o)_h = \frac{1}{2} m_h * r_h^2 + m_h * d^2 \quad \text{Ecuación: 22}$$

$$m_h = \frac{1}{2} 988,02 \frac{kg}{m^3} * \pi * 0.038m^2 * 0,02m$$

$$m_h = 0.001 Kg$$

$$I_o = 0.001 * 0.038^2 + 0.001 * 0.38^2$$

$$I_o = 0.000101 Kg * m^2$$

Para luego tener la sumatoria de las inercias se remplaza en la ecuación

$$\sum I = 1,852 * 10^{-3} + 0,876 + 3,482 + 0,00010$$

$$\sum I = 8,817 [kg. m^2]$$

Con la inercia total, se puede encontrar el momento que realiza el motor sobre el eje. Sin duda se debe considerar que por medio de la observación y experimentación del lavado de patas ocurren momentos de torsión opuestos al del motor

¹¹Jose Alberto M., Universidad del Salvador, facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Mecánica, Diseño de una turbina hidráulica basada en el tornillo de Arquímedes

Desarrollando la ecuación 12 se tiene:

$$M_T - M_O = \sum I * \alpha$$

Dónde:

M_T : Momento de torsión que realiza el motor al eje, [Nm]

M_O : Momento opuesto a causa del deslizamiento de las patas

$$M_O = m * g * r_{int}$$

Ecuación: 23

Dónde:

M : masa de las patas=50kg

r_{int} : Radio interno del cilindro de lavado, =0,38m

g : gravedad, 9,81 m/s²

De lo que se tiene aplicando:

$$M_O = 186,3 [N m]$$

Para el cálculo de la aceleración angular se la calcula con la siguiente ecuación tomando en cuenta que el motor parte del reposo:

$$\alpha = \frac{w_f}{t}$$

Ecuación: 24

Donde:

w_f = velocidad angular final

T = tiempo

Para el diseño, la velocidad angular final corresponde a la velocidad de trabajo o velocidad de rotación del tambor que es de 35 rpm. Esta velocidad se la escogido en base a la experiencia de expertos ingenieros textiles, puesto que ellos utilizan lavadoras industriales y este es el rango de velocidad que recomiendan¹² los textos especializados en este tipo de procesos esta entra 0-45 rpm.

¹²Luis A., Jorge L., Diseño, simulación y maqueta de una lavadora vertical de 400Kg para el proceso de reducción y posterior teñido del índigo, proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, 2009, (pág. 53)

Para el tiempo de respuesta de los motores eléctricos (arranques) y la frecuencia de encendido de estos, se encuentra que están limitados por las máximas temperaturas que alcanzan los aislamientos del motor.

Normalmente, motores estándar soportan de 3 a 6 arranques de hasta 5 segundos de duración cada hora. Con esta premisa se toma un tiempo de 3 segundos puesto que el motor se lo enciende máximo una vez por hora, porque el proceso para el cual se utiliza la maquina fluctúa entre los 60-90 minutos, es decir, el motor no está sometido a constantes arranques.

$$\alpha = \frac{3,66 \text{ rad/s}}{3 \text{ s}}$$

$$\alpha = 1,22 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Entonces aplicando la Ecuación 12 se tiene:

$$M_T - M_O = \sum I * \alpha$$

$$M_T - 186,3 \text{ [N m]} = 8,817 \text{ [kg. m}^2\text{]} * 1,22 \text{ rad/s}^2$$

$$M_T = 197,05 \text{ [N m]}$$

Donde se tiene la potencia teórica del motor:

$$P_{motor} = M_T * n_2 \quad \text{Ecuación: 25}$$

Dónde:

P_{motor} : Potencia motor [W]

M_T : Momento torsor o par de torsión 197,05 [N m]

n_2 : Velocidad angular del cilindro de lavado, 3,66 rad/s

Por lo que se tiene:

$$P_{motor} = 721,20 \text{ [w]} \text{ o } 0,948 \text{ [Hp]}$$

En vista que en el mercado no se encuentra el motor de esta potencia se toma un motor de 1HP trifásico ya que se requiere de esta alimentación.

Se ha utilizado un motor de corriente trifásica por que brindan algunas ventajas como:

- Tienen un tamaño compacto en comparación con otro tipo de motores eléctricos
- Para su funcionamiento no utilizan una gran cantidad de energía sino que su consumo es bajo
- Tienen un elevado índice de durabilidad con un adecuado plan de mantenimiento

- El costo es bajo debido a su gran demanda

2.1.6 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE TRANSMISION.

Ya considerada la potencia a utilizar que es de 1Hp y ya considerado la velocidad promedio obtenida por expertos Ingenieros textileros (35 vueltas/minutos) es por esto que se utiliza un motor (1735rpm) y un reductor mecánico (i: 20) obteniendo una velocidad de 35rpm.

2.1.6.1 Motor

El motor brinda las mejores prestaciones para su funcionamiento es el tipo motor trifásico. De acuerdo al catálogo de selección de Lincoln se selecciona el motor cuyas características se muestran en la tabla siguiente:

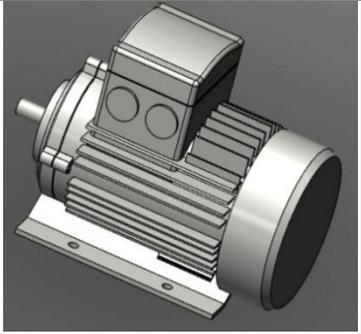
Marca	LINCOLN	
Potencia	1 Hp	
fase	3	
Velocidad en el eje	1735 rpm	
Eficiencia	75,5%	
Consumo	3.4 A/1.7 a 220V/440V	
Frecuencia	60Hz	

Tabla 14. Características del motor trifásico
Fuente: Santiago Valencia

2.1.6.2 Reductor de velocidad mecánico

La selección del reductor de velocidad se basa en la gran reducción de velocidad necesaria entre el motor y el mecanismo del movimiento del eje hacia el tambor giratorio, además en que el espacio ocupado por este reductor debe ser lo menor posible. Por ello se selecciona un reductor del tipo tornillo sin fin-engranaje helicoidal.

Este mecanismo se compone de un tornillo cilíndrico y de una rueda (corona) de diente helicoidal acanalada. Es muy eficiente como reductor de velocidad (reduce la velocidad en un solo paso) dado que una vuelta en el tornillo provoca un pequeño giro de la corona.

Se caracteriza por:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos
- Poco espacio para el mecanismo
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegidos.

Las características del reductor seleccionado para nuestro mecanismo son:

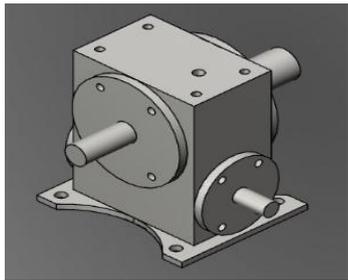
Marca	HUB CITY	
Modelo	211	
Tipo	A	
Relación de transmisión	20:1	
Velocidad de entrada	Hasta 1800 rpm	
Velocidad de salida	87.5 rpm	

Tabla 15. Características del reductor mecánico tornillo sin fin Anexo 2
Fuente: Santiago Valencia

2.1.6.3 Selección de la cadena y catalinas para la transmisión

En el caso más simple, una transmisión por cadena consta de una cadena y dos ruedas de estrella o catalina: una conductora o motriz y otra conducida.

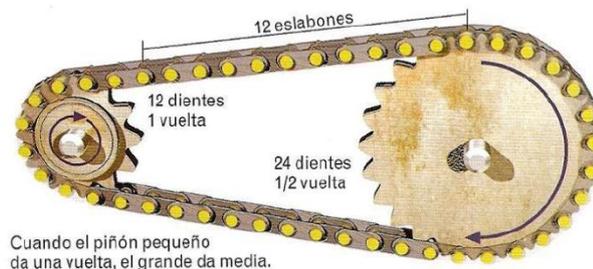


Figura 13. Esquema del Sistema de transmisión
Fuente: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinon.htm
Autor: Santiago Valencia

Para seleccionar las catalinas y cadena se considera que:

- La velocidad angular del motor-reductor es de 87.5 rpm
- La potencia motor es de 1Hp
- Distancia entre centros aproximada 10 [pulg] (asumida)

Para determinar el número de dientes de la catalina conducida, se asume que el número de dientes de la catalina conductora es 12 dientes. Y se utiliza la siguiente expresión:

$$N_2 = \frac{n_1}{n_2} \times N_1 \quad \text{Ecuación: 26}^{13}$$

Donde:

n_1 : velocidad de la catalina conductora, 87.5[rpm]

n_2 : velocidad de la catalina conducida, 35 [rpm]

N_1 : numero de dientes de la catalina conductora, 12 [dientes]

N_2 : numero de dientes de la catalina conducida.

$$N_2 = 30[\text{dientes}]$$

2.1.6.3.1 Potencia de diseño o corregida DHP

De acuerdo con el tipo de unidad conducida y las condiciones de operación para una previa selección de la cadena se requiere del cálculo de la potencia de diseño DHP que viene dada por la ecuación:

$$DHP = P * f_s [Hp] \quad \text{Ecuacion:27}$$

Donde:

f_s : factor de servicio clase B Steady load = 1.3 (Para ejes impulsados que tienen choques moderados y teniendo en cuenta que la maquina impulsadora es un motor eléctrico)

P : 1Hp

$N1$: 12

$n2$: 35 rpm número de revoluciones de la catalina motriz

$N2$: 30

C : 10 pulg (Asumido para que la máquina no sea tan voluminosa)

P : $\frac{3}{4}$ pulg =19,05mm (para una cadena ANSI 60)

Remplazando datos se tiene:

$$DHP = P * f_s$$

$$DHP = 1 \text{ Hp} * 1.3$$

$$\mathbf{DHP = 1.3Hp}$$

¹³ Shigley J., Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, pág. 887

2.1.6.3.2 Longitud de la cadena en pasos

Las características básicas de las transmisiones de cadena incluyen una relación constante de velocidad puesto que no hay resbalamiento o estirado, larga vida o duración y la capacidad para impulsar cierto número de ejes desde una sola fuente de potencia o fuerza motriz

La longitud de la cadena en pasos viene dada por la siguiente relación:

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 * \pi^2 (C/P)} \quad \text{Ecuación: 28}^{14}$$

Donde:

$\frac{L}{p}$: longitud de la cadena, en pasos

N_1 : número de dientes de la catalina conductora, 12 [dientes]

N_2 : número de dientes de la catalina conducida. 30 [dientes]

C : distancia entre ejes de centros en pulgadas

P : paso de la cadena 0.75pulg=3/4

$$\frac{L}{P} = \frac{2 * 10\text{pulg}}{0,75\text{pulg}} + \frac{12 + 30}{2} + \frac{(30 - 12)^2}{4 * \pi^2 (10/0,75)}$$

$$\frac{L}{P} = 48,27 [\text{pulg}]$$

$L = 48 * 25,4\text{mm} = 1219,20 \text{ mm}$ (longitud aproximada en milímetros de la cadena)

El número de pasos por más aproximado es 48. Antes se debe hacer una corrección en la distancia entre centros C .

Sustituyendo $L/p=48$ en la ecuación 28.

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 * \pi^2 (C/P)}$$

$$48 = \frac{2C}{0,75\text{plg}} + \frac{12 + 30}{2} + \frac{(30 - 12)^2}{4 * \pi^2 (C/0,75)}$$

$$C = 9,98 \text{ pulg} \approx \mathbf{10\text{pulg}}$$

¹⁴ Shigley J., Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, pág. 889

2.1.6.3.3 Análisis de la tensión producida por la catalina

La fuerza o tensión que se genera en una transmisión por cadena es:

$$f_c = \frac{33000 * Pot}{V} \text{ (lb)} \quad \text{Ecuación: 29}$$

Donde:

f_c : fuerza de la cadena en lb

V : velocidad periférica dada en ft/min

Pot : potencia del motor en hp

Se necesita hallar la velocidad periférica la cual se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$V = \frac{N_1 * p * n_1}{12} \quad \text{Ecuación: 30}$$

Donde:

N_1 : número de dientes de la catalina

p : paso de la cadena

n_1 : número de revoluciones máquina

$$V = \frac{12 * 0.75 \text{ pulg} * 35 \text{ rpm}}{12}$$

$$\mathbf{V = 26.25 \text{ ft/min}}$$

Remplazamos:

$$f_c = \frac{33000 * 1 \text{ Hp}}{26.25 \text{ ft/min}}$$

$$f_c = 1257,142 \text{ [lb]} = 571,428 \text{ [Kg]}$$

$$\mathbf{f_c = 571,428 \text{ [Kg]}}$$

$$\mathbf{f_c = 5605,708 \text{ [N]}}$$

2.1.6.3.4 Número de tramos

El número de tramos en la transmisión por cadena está dado por la siguiente relación:

$$N_t = \frac{DHP}{P.transmisibile} \quad \text{Ecuación: 31}$$

La potencia transmisible se obtiene del catálogo de REXNORD para HORSPower RATINGS (Anexo 4) seleccionando el número de cadena junto con el paso y el número de dientes de la catalina motriz y sus rpm e interpolando obtenemos el valor.

Entonces:

$$N_t = \frac{1,3}{1,0175} = 1,27 \approx \mathbf{1 \text{ Tramo}}$$

2.1.6.3.5 Selección de las ruedas o catalinas

Para el sistema de transmisión de movimiento que parte desde el motor-reductor a través de una catalina conductora, hasta una catalina conducida, el diseño de las catalinas lo vamos a realizar conociendo el número de dientes tanto de la catalina conductora como de la catalina conducida.

- **Catalina motriz**

Cálculo del diámetro primitivo

Se la calcula mediante la siguiente relación:

$$d_{p1} = \frac{p}{\text{sen}\left(\frac{180}{N_1}\right)} \quad \text{Ecuación: 32}^{15}$$

$$d_{p1} = \frac{0,75}{\text{sen}\left(\frac{180}{12}\right)} = 2,897[\text{pulg}] = \mathbf{73,608 [mm]}$$

- **Catalina conducida**

Cálculo del diámetro primitivo

Se la calcula mediante la siguiente relación:

$$d_{p2} = \frac{p}{\text{sen}\left(\frac{180}{N_2}\right)} \quad \text{Ecuación: 33}$$

$$d_{p2} = \frac{0,75}{\text{sen}\left(\frac{180}{30}\right)} = 7,177[\text{pulg}] = \mathbf{182,29 [mm]}$$

¹⁵ Shigley J., *Diseño en ingeniería mecánica, 6ta edición, pág. 890*

- **Fuerzas producidas por la catalina**

Es importante el cálculo de las fuerzas de transmisión de movimiento por la catalina, puesto que, este es el un punto de partida para dimensionar el eje para la maquina lavadora de patas de res.

Establecido el sistema de transmisión por cadena, se puede realizar el diagrama de cuerpo libre de las catalinas, con las siguientes consideraciones:

1. La catalina B es la catalina piñón
2. La cadena tiene un lado tensionado y produce el par torsional en cada catalina. El otro tramo de la cadena o también llamado lado flojo, no ejerce fuerzas sobre las catalinas. En consecuencia, la fuerza flexionante total sobre el eje que sostiene la catalina es igual a la tensión el lado tenso de la cadena.
3. Debido a que la transmisión de movimiento se realiza por cadena de rodillos, las fuerzas producidas por la cadena son perpendiculares al diámetro de paso de las catalinas.
4. De acuerdo a las dimensiones del sistema de transmisión, se determinaron los ángulos que se forman entre las catalinas y la cadena.

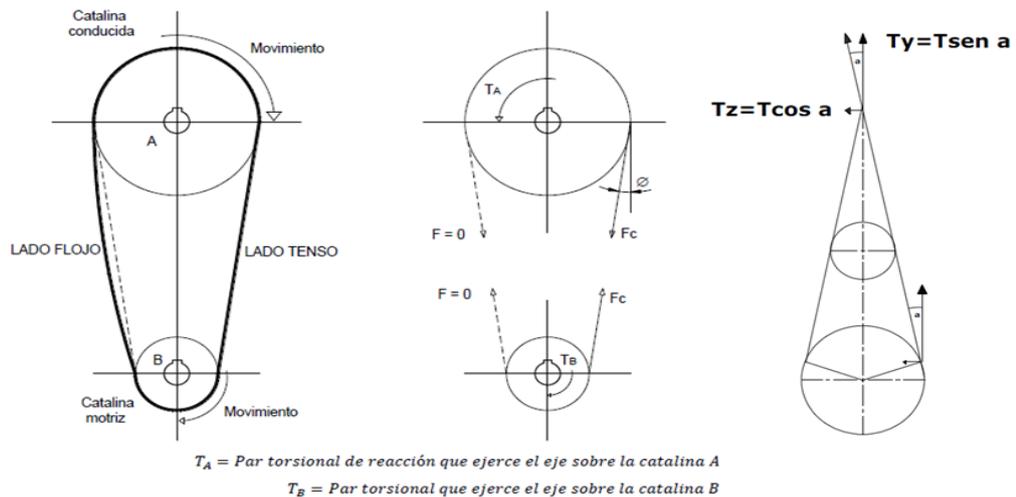


Figura 14. Fuerzas sobre las catalinas
Fuente: Santiago Valencia

Determinamos el ángulo para calcular las tensiones.

$$\beta_t = \frac{180}{\pi} \left(\frac{d_{p2} - d_{p1}}{2 * C} \right) \quad \text{Ecuación: 34}$$

$$T_z = F * \cos\beta$$

$$T_y = F * \sen\beta$$

Donde:

C : distancia entre centro=10 [pulg]

$$\beta_t = \frac{180}{\pi} \left(\frac{7,17 - 2,89}{2 * 10} \right)$$

$$\beta_t = 12,26$$

$$T_z = 5605,708 * \cos(12,26)$$

$$T_z = 5477,864 [N]$$

$$T_y = 5605,708 * \text{sen}(12,26)$$

$$T_y = 1190,362 [N]$$

Cálculo del torque aplicado por la catalina al eje.

$$M_t = F * \frac{d_p^2}{2} \quad \text{Ecuación: 35}$$

$$M_t = 5605,708 * \frac{7,177}{2}$$

$$M_t = 20116,083[N - \text{pulg}] = 510,948[N - m]$$

$$M_t = 510,948[N - m]$$

Con el tipo de cadena ya seleccionado se procede a la selección de las catalinas en el catálogo voxges y rodalsa (Anexo 4)

Catalina Motriz: 60B12

Número de dientes: 12

Diámetro exterior: 2,89 pulg

Tipo: B

Catalina Conducida: 60B22

Numero de dientes: 30

Diámetro exterior: 7,17 pulg

Tipo: B

2.1.7 DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN DEL CILINDRO DE LAVADO

Para el lavador planteado se tiene que en el eje de transmisión se encuentra sometido a torsión constante y a flexión alternante.

Para obtener las dimensiones de eje se empleara el método de SODERBERG, ya que este procedimiento se emplea para dimensionar un elemento de máquina, el cual debe soportar un esfuerzo cortante, y un alternante

Se inicia realizando el diagrama de cuerpo libre, para determinar las cargas que actúan sobre el eje, como se indica en la figura 15.

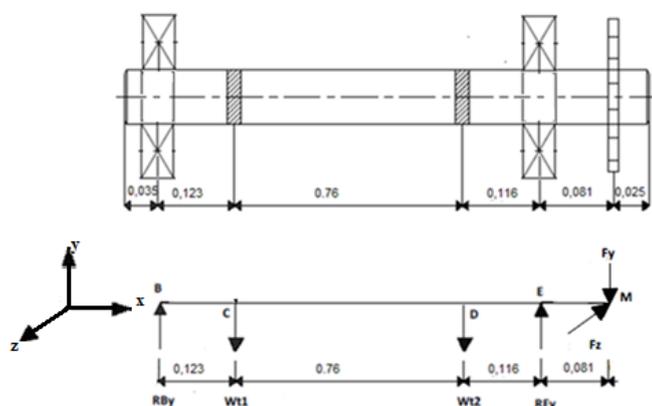


Figura 15. Diagrama del Cuerpo libre del eje
Autor: Santiago Valencia

Donde:

W_{t1} y W_{t2} = 981 [N]: Peso del producto+ peso cilindro

R_{By} : carga sobre el rodamiento B [N]

R_{Ey} : Carga sobre el rodamiento E [N]

M_t : Momento torsor = 383,201[N – m]

F_z = 5477,864 [N]

F_y = 1190,362 [N]

Para hallar las reacciones R_{By} y R_{Ey} se realiza la sumatoria de momentos.

Con la ayuda del inventor tenemos los siguientes diagramas del eje:

2.1.7.1 Diseño del eje en el CAD Inventor Profesional

Este nos permite realizar el diseño del eje a partir de las fuerzas que se aplican sobre él. Además nos permiten conocer cuál debe ser el diámetro ideal del eje para que logre soportar dichas fuerzas. A continuación se mostraran figuras del diseño del eje (CAD Inventor profesional)

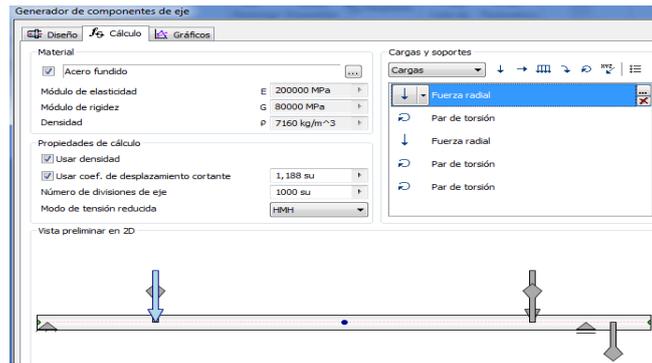


Figura 16. Esquema de la distribución de las fuerzas radiales y torques actuantes sobre el eje diseñado en CAD Inventor Profesional
Fuente: Santiago Valencia

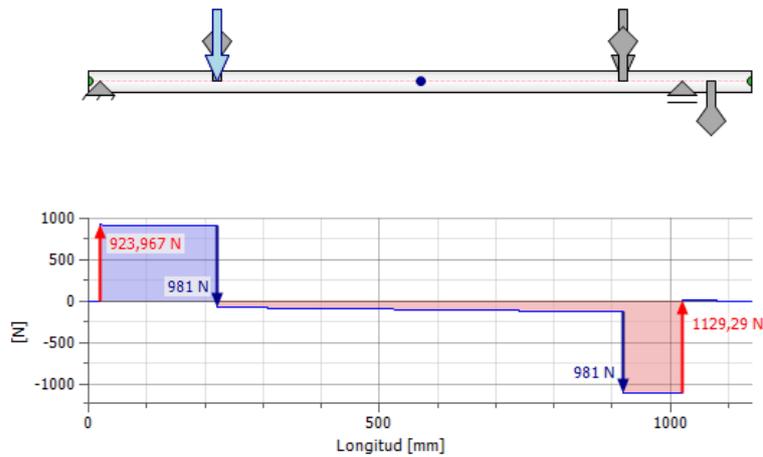


Figura 17. Diagrama de fuerza de corte en el plano YZ
Fuente: Santiago Valencia

Lo cual se determina que el valor máximo de la fuerza cortante sobre el eje es de **1129,29 N**

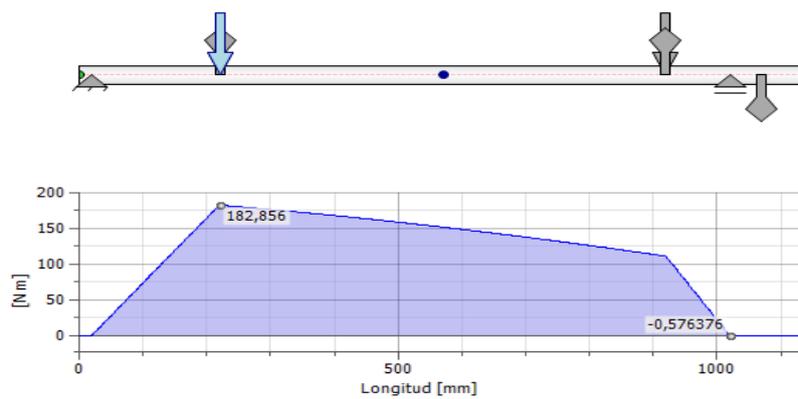


Figura 18. Diagrama del momento flector en el plano YZ
Fuente: Santiago Valencia

Lo cual se determina el valor del momento flector máximo sobre el eje el cual es de **182,856 N*m**

2.1.7.2 Cálculos del diámetro del eje

Conociendo las cargas a las que está sometido el eje de transmisión, se debe seleccionar eje hipotético que existe en el mercado y que cumpla los requerimientos.

Acero de transmisión: SAE 1018 laminado en frío galvanizado.

$$d_{eje} = 38,1[mm] = 1,5 [pulg] \text{ Eje hipotético}$$

$$S_y = 32[Kpsi] = 220,63 [MPa]$$

$$S_{ut} = 58[Kpsi] = 400[Mpa]$$

Con estos datos, se calcula el esfuerzo por flexión:

$$\sigma_x = \frac{M_{max}C}{I} \quad \text{Ecuación: 36}$$

$$I = \frac{\pi * d_{eje}^4}{64} \quad \text{Ecuación: 37}^{16}$$

Donde:

M_{max} : Momento flector máximo, **182,856 N * m**

d_{eje} : Diámetro del eje, $38 [mm] = 0,0381[m]$

C : Distancia al eje neutro $eje/2$, $19 [mm]=0,019[m]$

I : Momento de Inercia, $[m^4]$

$$I = 1,034 * 10^{-7} [m^4]$$

$$\sigma_x = 130,66 \text{ Mpa}$$

Este esfuerzo de flexión varía de compresión a tensión y viceversa, en el transcurso de que el eje gira, es decir es un esfuerzo sinusoidal con inversión completa, por lo que se tiene

$$\sigma_x = \sigma_a$$

$$\sigma_m = 0$$

¹⁶ Gere J., Mecánica de materiales, Apéndice C, pág. 760.

Para calcular el esfuerzo por torsión usaremos la siguiente formula:

$$\tau_{max} = \frac{M_T * d_{eje}}{J} \quad \text{Ecuación: 38}^{17}$$

$$J = \frac{\pi * d_{eje}^4}{32} \quad \text{Ecuación: 39}$$

Donde:

M_T : Momento torsor, **182,856 N * m**

d_{eje} : diámetro del eje, 38,1 [mm] = 0,0381[m]

J: momento polar de Inercia, m^4

$$\mathbf{J=2,068 * 10^{-7} [m^4]}$$

$$\mathbf{\tau_{max} = 65,586 [Mpa]}$$

El esfuerzo torsional es constante en el tiempo, por lo tanto:

$$\sigma_a = 0$$

La resistencia por la durabilidad de un material es su capacidad para soportar cargas que generen fatiga, y si el número de ciclos es infinito, al nivel de carga se le asigna la deformación límite de durabilidad.

Por lo que el eje se diseña por la resistencia a al durabilidad, para lo cual se emplea la siguiente ecuación.

$$S'_n = S_n C_s C_m C_{st} \quad \text{Ecuación: 40}^{18}$$

S'_n : resistencia por durabilidad

S_n : resistencia por durabilidad modificada

C_s : factor tamaño

C_m : factor material

C_{st} : Factor tipo de tension

¹⁷Robert Mott, *Diseño de elementos de máquinas*, Segunda edición, PP. 68, 78,149.

¹⁸Robert Mott, *Diseño de elementos de máquinas*, Segunda edición, PP. 145,149.

Para hallar la resistencia por durabilidad modificada se emplea resistencia a la fluencia del eje que es un acero SAE 1018 laminado en frío que es de 220MPa = 32Kpsi.

Para el factor tamaño se tiene

$$C_s = 0,9$$

El factor material se tiene para acero fundido.

$$C_m = 0,8$$

Diseñando para el tipo de tensión se tiene

$$C_{st} = 0,58$$

Que es cuando el eje a está sometido esfuerzo de corte por torsión.

$$S'_n = 220MPa * 0,9 * 0,8 * 0,58$$

$$S'_n = 91,872MPa$$

$$n = \frac{\pi * d_{eje}}{32 * \sqrt{\left(\frac{M_t}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M_f}{S_e}\right)^2}} \quad \text{Ecuacion:41}^{19}$$

$$n = \frac{\pi * 0,0381}{32 * \sqrt{\left(\frac{383,201}{220 * 10^6}\right)^2 + \left(\frac{182,856}{91 * 10^6}\right)^2}}$$

$$n=2,56$$

Por lo que se decide construir este eje, ya que cumple con muestras necesidades de diseño.

2.1.8. SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS

Para determinar el rodamiento en una aplicación, se debe tomar en cuenta la capacidad de carga a la que va estar sometido, la cual tendrá que ser comparada con las cargas que va a soportar, las revoluciones por minuto a las que está sometido, así también las exigencias de duración y confiabilidad en su trabajo. Los rodamientos se pueden clasificar en dos tipos básicamente de bolas y rodillos, los dos están diseñados para soportar cargas axiales y radiales o una combinación de ambas.²⁰

¹⁹ Shigley J., *Diseño en ingeniería mecánica*, 6ta edición, pág. 322

²⁰ SKF.; *Catálogo general*

Un rodamiento de bolas se compone de cuatro partes:

- Anillo interior
- Anillo exterior
- Bolas
- Jaula o separador

El manual de la SKF establece para los rodamientos rígidos de bolas cargados estáticamente

El método de carga estática se usa cuando los rodamientos:

- Giran velocidades muy bajas
- Están trabajando a movimiento lentos de oscilando, ó
- Están estacionarios bajo carga durante cierto tiempo

$$P_o = 0,6F_r + 0,5 F_a \quad \text{Ecuación: 42}$$

Donde:

P_o : Carga estatica equivalente, [N]

F_r : Carga Radial, [N]

F_a : Carga axial, [N]

Como se dijo anteriormente la carga axial es despreciable por lo que para realizar los cálculos se tomará como carga equivalente la reacción de mayor valor en los apoyos del cilindro.

Por lo que se tiene:

$$F_r = F_B = 1129,29\text{N}$$

Remplazando estos valores e la ecuación 40 se tiene:

$$P_o = 677,574 \text{ N}$$

Como $P_o < F_r$ entonces tenemos que $P_o = F_r$

El rodamiento será ubicado en un eje de 1 ½ in por lo que se selecciona rodamiento de bolas SKF 6303, el cual soporta una capacidad de carga estática $C_o = 16000\text{[N]}$ ²¹

Cuando el rodamiento trabaja en bajas revoluciones se utiliza la carga estática C_o .

²¹ Catálogo general, SKF, P. 188

Con la siguiente ecuación se calcula el factor de seguridad del rodamiento.

$$S_o = \frac{C_o}{P_o} \quad \text{Ecuación: 43}$$

$$S_o = \frac{16000}{677,574} = 23,61$$

Como sugiere el manual de rodamientos SKF, para un buen desempeño el rodamiento debe tener un factor de seguridad igual a 2 o mayor, como se puede comprobar con la ecuación 41 el rodamiento este bien dimensionado. Para el soporte del rodamiento se elige una chumacera de piso UCP-208-24 KDF que cumple las características requeridas por el lavador.

2.1.9. DIMENSIONAMIENTO DE LA CHAVETA²²

Son elementos mecánicos de sección rectangular o cuadrado, que se usan para fijar dos piezas evitando así el deslizamiento de una pieza sobre la otra.

En función del diámetro del eje, el ancho o espesor chaveta es nominalmente un cuarto del diámetro del eje.

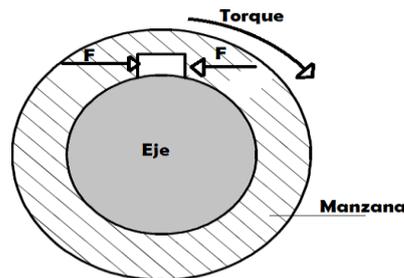


Figura 19. Chaveta del eje
Autor: Santiago Valencia

Para el diseño se selecciona un acero G10200 estirado en frío galvanizado cuya resistencia a la fluencia es $S_y = 51[Psi]$, la dimensión estándar para un eje de 1 ½ pulgadas debe ser de ½ cuadrada.

La fuerza cortante de la chaveta varía del momento torsor y el diámetro del eje del cilindro de lavado.

Dicha fuerza se aplica en el eje transversal de la chaveta por lo que se tiene:

$$F = \frac{M_T}{r} \quad \text{Ecuación: 44}^{23}$$

²²Robert Mott, *Diseño de elementos de máquina, segunda edición*, pp. 333,341

²³Robert Mott, *Diseño de elementos de máquina, segunda edición*, pp. 339,340

Donde:

M_T : momento torsor [197,05 N m]

r : radio del eje 380 [mm], 0,38m

F : fuerza cortante [N]

Por lo tanto se tiene:

$$F = 518,552 \text{ [N]}$$

Para encontrar la longitud se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = \frac{4 * F * n}{D * W * S_y} \quad \text{Ecuación: 45}$$

Donde:

L : longitud de la chaveta [m]

W : ancho de la chaveta, 12,7[mm]

S_y : Resistencia al cortante por la energia de distorsion

n : factor de seguridad, 2

Remplazando los datos se tiene:

$$L = \frac{4 * 518,552 * 2}{38 * 12,7 * 351,632}$$
$$L = 2,6 \text{ cm}$$

Por lo que la chaveta a construirse es de:

$$L = 30 \text{ mm y } T = 12,7 \text{ mm}$$

2.1.10. DISEÑO DE LA TUBERÍA DE DESAGUE²⁴

A continuación se realiza el cálculo del diámetro de la tubería de desagüe necesaria para la máquina. Para lo cual se utiliza el principio de Torricelli que dice; la velocidad de salida de un líquido a través de un orificio practicado en el fondo o en las paredes del recipientes que lo contiene, es igual a la que adquiere cayendo libremente desde la superficie del líquido, por lo que se tiene:

$$V = \sqrt{2 * g * h} = 77 \text{ [mm/s]} \quad \text{Ecuación: 46}$$

²⁴Luis A., Jorge L., Diseño, simulación y maqueta de una lavadora vertical de 400Kg para el proceso de reducción y posterior teñido del indigo, proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, 2009, (pág. 98)

Donde:

V : velocidad de salida

H : altura del liquido en el taque = 300 [mm/s]

G : constante gravitacional

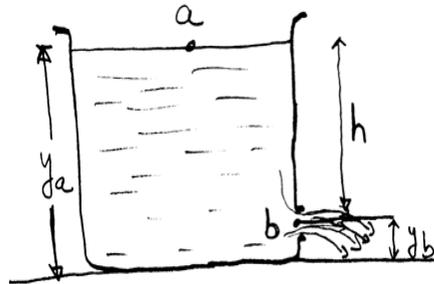


Figura 20. Diagrama del principio de Torricelli
Autor: Santiago Valencia

A esta velocidad se la relaciona con el área, con las siguientes ecuaciones:

$$Q = \frac{\text{Velocidad}}{\text{tiempo}} \quad \text{Ecuación: 47}$$

$$Q = V_{\text{total}} * A \quad \text{Ecuación: 48}$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} \quad \text{Ecuación: 49}$$

Donde:

Q : caudal de salida

V_{total} : volumen que ocupa el agua dentro de la estructura = 26095800[mm³]

A : área del tubo de desagüe

T : tiempo de vaciado

D : diámetro del tubo de desagüe

El tiempo de vaciado del cilindro es 60 segundos, este tiempo se lo toma por la recomendación de expertos, esto para evitar tiempos muertos innecesarios en la producción. Al relacionar las ecuaciones se tiene que el diámetro del tubo de desagüe es:

$$d = \sqrt{\frac{4 * V_{\text{cili}}}{\pi * t * V}} \quad \text{Ecuación: 50}$$

$$D = 84,8 \text{ mm}$$

Por tanto el diámetro del tubo de desagüe será igual a 84,8 mm=3,33pulg y escogemos el que existe en el mercado que es de **3 pulgadas**.

2.1.11 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

2.1.11.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL²⁵

“La selección de un material para construir una parte de máquina o elemento estructural es una de las decisiones más importantes que debe tomar el diseñador. La selección real de un material para una aplicación de diseño particular puede ser fácil, por ejemplo, con base en aplicaciones previas, o el proceso de selección puede ser tan complicado y desalentador como cualquier problema de diseño con la evaluación de muchos parámetros físicos, económicos y de procesamiento del material”

Al seleccionar el material con el que se construirá la estructura de la máquina, se debe tomar como punto de partida los tipos de perfiles estructurales para lo cual se tomará en cuenta el de Ángulo L que es el más comúnmente usado en este tipo de aplicaciones es el acero al carbono ASTM A36, el procesamiento del material es laminado en caliente galvanizado y su forma es perfil estructural en ángulo L.

Norma					Comp. Quím. ca			Resistencia Fluencia Sy	Resistencia Tensión Su
		n			Si	Nb			
ASTM A36	0.2-2	0.5-1.2	0.0-35	0.40	0.40	0.00 5-0.05	.00 5-0.05	36Ksi 250 Mpa	58Ksi 400Mpa

Tabla 16. Composición Química y propiedades mecánicas de perfil estructural ángulo L con norma ASTM A36

Fuente: Dipac Manta S.A. (2012). Catálogo de Productos DIPAC.

Autor: Santiago Valencia

Por lo expuesto anteriormente se decide utilizar un perfil estructural ángulo L con norma ASTM A-36 galvanizado, para la construcción de la máquina. El diseño de la estructura de la máquina debe garantizar estabilidad estructural para soportar el peso del producto, el motor, el sistema de transmisión y peso del agua, el valor promedio estimado de dicha masa es de 190Kg. Las dimensiones y la forma de este tipo de estructuras se lo realizan a partir de las dimensiones que posee el cilindro de lavado

²⁵Budinas R., Nisbett J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va ed.)*. (p.56) México: McGraw-Hill/ Interamericana.

a) Dimensiones de la estructura de la máquina utilizando CAD Inventor Profesional

Una de las herramientas útiles para diseñar y construir virtualmente la estructura de la máquina con perfiles estructurales normalizados es el CAD Inventor Profesional, la utilización de este software de diseño mecánico, permite abaratar costos de producción al disminuir e identificar errores antes de la construcción real de la máquina o una de sus partes. Tomando en cuenta el dimensionamiento del cilindro como base de inicio. Y en segundo lugar para seleccionar un perfil estructural ángulo L se debe tomar en cuenta el peso de la masa total que tiene que soportar la estructura diseñada y construida con dicho perfil estructural.

b) Análisis de la estructura

El CAD Inventor Profesional permite realizar Análisis de Estructura, el cual sirve para identificar posibles deformaciones, cuando la misma está sujeta a varias cargas o restricciones. Lo primero que se debe hacer para poder realizar un análisis de estructura es diseñar la estructura con el perfil estructural seleccionado en el apartado mismo que se encuentra en las librerías que posee el CAD Inventor Profesional, luego de esto se procede a ejecutar el análisis de estructura.

Se realiza el análisis de estructura con carga. La carga que se aplicará a la estructura corresponde al peso del cilindro incluido el peso del producto, peso del eje que estará en su interior, el peso del agua, estos tres elementos tienen un peso aproximado de 130Kg

La carga de 130Kg se aplicará en los soportes laterales en la parte superior que es donde se posará el eje. Dicha carga se la divide para dos por la existencia de los dos soportes laterales. En si sobre cada soporte lateral se le aplica una carga de 65 Kg. La carga de 60Kg se le aplicará en los soportes laterales pero en la parte inferior que es en donde se ensamblará el sistema transmisión. Esta carga se divide para dos lo que quiere decir que a cada soporte en la parte inferior se le aplica una carga de 30Kg. En resumen, la estructura soporta una carga aproximada de 190 Kg.

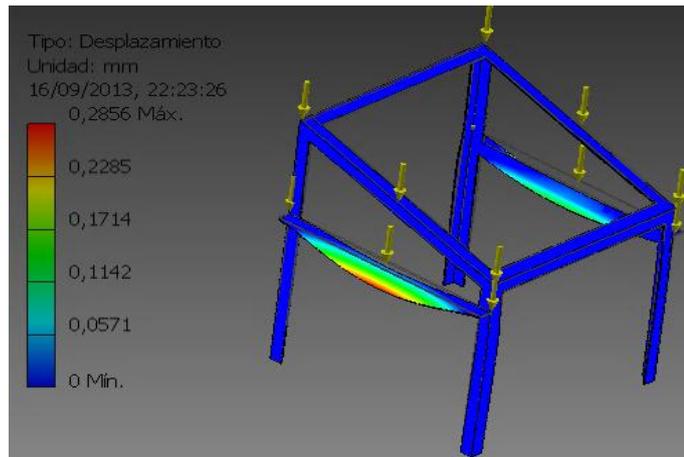


Figura 21. Análisis de la estructura con carga
Fuente: Santiago Valencia

Al analizar los resultados de la simulación figura se puede observar que el desplazamiento en el perfil estructural ngulo L es de 0.2856mm Esto se debe a que existe la fuerza de la carga aplicada sobre la estructura. Finalmente del resultado de la simulación se concluye que el diseño de la estructura de la máquina soporta la carga de 190 Kg. A continuación se presenta el resumen de los datos de simulación:

 **Resultados**

 **Fuerza y pares de reacción en restricciones**

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	2452,5 N	0 N 2452,5 N 0 N	192,478 N m	136,885 N m 0 N m -135,316 N m

 **Resumen de resultados**

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4204600 mm ³	
Masa	33,0061 kg	
Tensión de Von Mises	0,00187955 MPa	23,8235 MPa
Primera tensión principal	-2,91072 MPa	27,183 MPa
Tercera tensión principal	-22,1959 MPa	3,79483 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,285624 mm
Coefficiente de seguridad	8,68891 su	15 su
Tensión XX	-9,7462 MPa	6,27767 MPa
Tensión XY	-5,16607 MPa	8,68109 MPa
Tensión XZ	-5,73132 MPa	5,39533 MPa
Tensión YY	-19,4601 MPa	22,2087 MPa
Tensión YZ	-8,71725 MPa	7,30124 MPa
Tensión ZZ	-13,7848 MPa	10,0879 MPa
Desplazamiento X	-0,162085 mm	0,155891 mm
Desplazamiento Y	-0,282176 mm	0,00373365 mm
Desplazamiento Z	-0,0336852 mm	0,0212719 mm
Deformación equivalente	0,0000000826746 su	0,000108141 su
Primera deformación principal	-0,0000000998087 su	0,000125213 su
Tercera deformación principal	-0,0000951357 su	0,000000176148 su
Deformación XX	-0,0000406348 su	0,000024561 su
Deformación XY	-0,0000335794 su	0,0000564271 su
Deformación XZ	-0,0000372536 su	0,0000350696 su
Deformación YY	-0,000077353 su	0,0000924789 su
Deformación YZ	-0,0000566621 su	0,0000474581 su
Deformación ZZ	-0,0000659188 su	0,0000390592 su

Figura 22. Resumen de los datos de la simulación del Análisis del Esfuerzo de Von Misses
Fuente: Santiago Valencia

c) Diseño utilizando el simulador de análisis de esfuerzos del CAD Inventor Profesional.

Una de las teorías para determinar si se produce la fluencia en los materiales dúctiles es la teoría de la Energía de Distorsión (ED), llamada también Esfuerzo Von Misses. “La teoría de la energía de deformación máxima predice que la fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material”. Es decir, la fluencia ocurre cuando.²⁶

$$\sigma' \geq S_y \quad \text{Ecuación: 51}$$

Donde:

σ' : es el esfuerzo de Von Misses

S_y : es la resistencia a la fluencia del material

Para determinar si la fluencia ocurre en la estructura de la máquina, se simula el esfuerzo de Von Misses en el CAD Inventor Profesional.

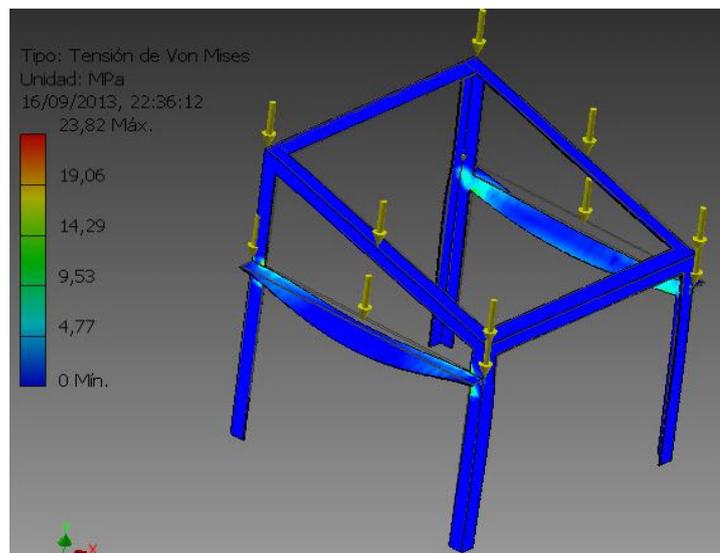


Figura 23. Análisis del esfuerzo de Von Misses
Fuente: Santiago Valencia

Los resultados establecen que el máximo Esfuerzo de Von Misses presente en la estructura es de 23.82Mpa= 3.45 Ksi; mismo que se presenta en los soportes laterales de la máquina. Si se compara este valor con el valor de la resistencia a la fluencia del material, se puede concluir que no existe fluencia en la estructura según la ecuación 51.

$$3.45 \text{ Ksi} \geq 36 \text{ Ksi} \quad \text{Ecuación: 52}$$

²⁶Budinas R., Nisbett J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va ed.)*.(p.213-219) México: McGraw-Hill/ Interamericana.

Los resultados de la simulación del Esfuerzo Von Mises comprueban que el diseño de la estructura cumple con las necesidades del diseñador ya que garantiza estabilidad estructural. El valor de los resultados garantiza la fiabilidad del diseño de la estructura de la máquina.

A continuación se presenta el resumen de los datos de la simulación:

☐ **Resultados**

☐ **Fuerza y pares de reacción en restricciones**

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	2452,5 N	0 N	192,478 N m	136,885 N m
		2452,5 N		0 N m
		0 N		-135,316 N m

☐ **Resumen de resultados**

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4204600 mm ³	
Masa	33,0061 kg	
Tensión de Von Mises	0,00187955 MPa	23,8235 MPa
Primera tensión principal	-2,91072 MPa	27,183 MPa
Tercera tensión principal	-22,1959 MPa	3,79483 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,285624 mm
Coefficiente de seguridad	8,68891 su	15 su
Tensión XX	-9,7462 MPa	6,27767 MPa
Tensión XY	-5,16607 MPa	8,68109 MPa
Tensión XZ	-5,73132 MPa	5,39533 MPa
Tensión YY	-19,4601 MPa	22,2087 MPa
Tensión YZ	-8,71725 MPa	7,30124 MPa
Tensión ZZ	-13,7848 MPa	10,0879 MPa
Desplazamiento X	-0,162085 mm	0,155891 mm
Desplazamiento Y	-0,282176 mm	0,00373365 mm
Desplazamiento Z	-0,0336852 mm	0,0212719 mm
Deformación equivalente	0,00000000826746 su	0,000108141 su
Primera deformación principal	-0,0000000998087 su	0,000125213 su
Tercera deformación principal	-0,0000951357 su	0,000000176148 su
Deformación XX	-0,0000406348 su	0,000024561 su
Deformación XY	-0,0000335794 su	0,0000564271 su
Deformación XZ	-0,0000372536 su	0,0000350696 su
Deformación YY	-0,000077353 su	0,0000924789 su
Deformación YZ	-0,0000566621 su	0,0000474581 su
Deformación ZZ	-0,0000659188 su	0,0000390592 su

☐ **Fuerza:1**

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	441,450 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-441,450 N
Vector Z	0,000 N

☐ **Fuerza:2**

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	441,450 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-441,450 N
Vector Z	0,000 N

Figura 24. Resumen de los datos de la simulación del Análisis del Esfuerzo de Von Mises
Fuente: Santiago Valencia

2.1.11.2 FACTOR DE SEGURIDAD ²⁷

El factor de seguridad FDS es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real al que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en reserva que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

²⁷ Budinas R., Nisbett J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va ed.)*.(p.17) México: McGraw-Hill/ Interamericana.

a) Cálculo del FDS

La teoría de la energía de distorsión o Esfuerzo de Von Mises establecía que si se cumplía la ecuación 51 ocurría la fluencia. Para cuestiones de diseño y cálculo del FDS la ecuación se convierte en:

$$\sigma' = S_y / n \quad \text{Ecuación: 53}$$

Donde n es el factor de seguridad, reemplazando valores tenemos:

$$n = S_y / \sigma' = 36\text{Ksi} / 4,5 \text{ Ksi} = 8 \quad \text{Ecuación: 54}$$

Del resultado anterior se deduce que la estructura soportará tranquilamente la carga de 190Kg sobre ella. Lo que demuestra que el diseño garantiza estabilidad estructural en la máquina.

b) Cálculo del FDS utilizando el CAD Inventor Profesional

El CAD Inventor Profesional nos permite determinar cuál es el Factor de Seguridad que debe tener la estructura de la máquina como se muestra en la figura 25.

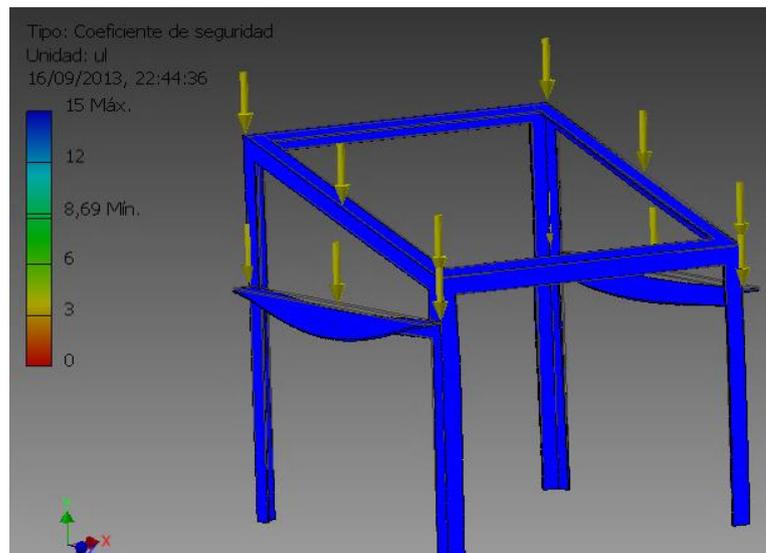


Figura 25. Análisis del Factor de seguridad de la estructura de la máquina.
Fuente: Santiago Valencia

Tanto en los cálculos como en la simulación del Factor de seguridad el valor obtenido en ambos casos es semejante, por lo que se concluye que el diseño y la fiabilidad están garantizados. La simulación del FDS da como resultado que el FDS mínimo es de 8.69 y que el FDS máximo es de 15. El factor de seguridad que escogeremos será de 3 por cuestiones de diseño, esto significa que la estructura soportará satisfactoriamente la carga de 190 Kg.

Especificaciones Generales:

Norma:	ASTM A36-SAE 1008
Largo Normal	6m
Otros Largos	Previa consulta
Espesores:	Desde 2.00mm hasta 12.00mm
Acabado:	Recubrimiento de Zinc
Otro Acabado:	Galvanizado en caliente

Tabla 17. Especificaciones generales de los ángulos
Fuente: Dipac Manta S.A. (2012). Catálogo de Productos DIPAC.
Autor: Santiago Valencia

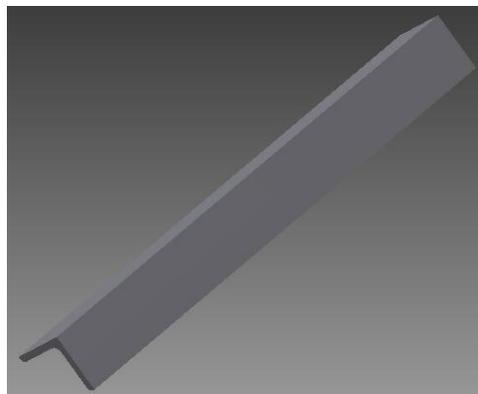


Figura 26. Ángulo L
Fuente: Santiago Valencia

2.1.11.3 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS ²⁸

Soldadura de juntas a filete

Los soportes donde se ubican los rodamientos es decir donde soporta el peso total del producto, cilindro, eje transmisión, bridas de unión, siendo W el peso total aproximado de 882.9 N. lo cual es la suma de los apoyos de RBy y Rey figura 15

Para el análisis de soldadura es importante definir a qué tipo de esfuerzos estará sometido el cordón de soldadura. Para este caso existen esfuerzos por flexión y esfuerzos cortantes por carga axial, por lo tanto se trata de esfuerzos combinados y se analizará a cortante máximo.

²⁸Prof. Pablo Ringengni, *Mecanismos y Elementos de Máquinas, Calculo de Uniones soldadas, U.N.L.P., Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, sexta Edición 2013, (pág. 1-21)*

El diseño de soldadura será alrededor de la estructura, figura 27. Con los perfiles soldados a filete con un cordón de soldadura con garganta (h) de 2mm (asumido).

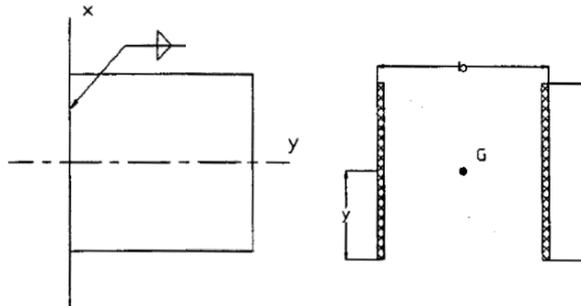


Figura 27. Diseño de soldadura
Autor: Santiago Valencia

Para determinar el esfuerzo cortante axial. Se designa la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F}{A_G} \quad \text{Ecuación: 55}$$

A_G : area de la garganta = $1.414 h$

h : altura de la garganta de soldadura, $2[mm]$

d : distancia vertical del cordón, $[0.05/2 mm]$

Se determina el valor del momento de inercia unitario, los valores de las constantes dependen del tipo de cordón que se vaya a emplear. **Anexo 7**

$$\tau = \frac{\frac{882.9 N}{4} [N]}{1.414 \times 0.002 \times 0.025} = 3 [Mpa]$$

El esfuerzo por flexión se determina mediante la ecuación 56. Donde I_u es la inercia unitaria, para este diseño se calcula con la ecuación 57 y la ubicación del centro de gravedad esta dada por la ecuación 58. Anexo 7

$$\sigma = \frac{M_c}{0.707 h I_u} \quad \text{Ecuación: 56}$$

M_c : momento cortante máximo que resiste la soldadura

h : altura de la garganta de soldadura, $2[mm]$

I_u : Inercia Unitaria

Para encontrar el momento cortante máximo se determina anteriormente las reacciones en los apoyos 441.450 N figura 15 la cual es las fuerzas ejercidas en los apoyos R_{By} , R_{Ey} , entonces:

$$R_{By} = R_{Ey} = \frac{w}{4} = \frac{882.9}{4} = 220,725 \text{ N}$$

Como el ángulo L está sometido a esfuerzos por flexión, debido a un momento, M

$$M = R_{By} * \frac{L}{2}$$

$$M = 220,725 \text{ N} * \frac{0.5}{2} = 55.18 \text{ [N.m]}$$

$$I_u = \frac{d^3}{6} \quad \text{Ecuación: 57}$$

$$\bar{y} = \frac{d}{2} \quad \text{Ecuación: 58}$$

$$I_u = \frac{(0.05)^3}{6} = 4.16 \times 10^{-5} \text{ [m]}$$

$$\bar{y} = \frac{0.05}{2} = 0.025 \text{ [m]}$$

$$\sigma = \frac{55.18 \times 0.025}{0.707 \times 0.002 \times 4.16 \times 10^{-5}} = 22.61 \text{ [Mpa]}$$

Ya que se trata de esfuerzos combinados, el esfuerzo cortante resultante se determina con la ecuación 59.

$$\tau_{max} = \sqrt{\tau^2 + \sigma^2} \quad \text{Ecuación: 59}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{3^2 + 22.61^2}$$

$$\tau_{max} = 22.8 \text{ [Mpa]}$$

Analizando a cortante máximo, se tiene que $S_{ys} = 0.5 S_y$. Por lo tanto el factor de seguridad para este diseño de soldadura es 5.5

Número de electrodo AWS	Sut [MPa]	Sy [MPa]	Elongación [%]
E60xx	427	345	17 - 25
E70xx	482	393	22
E80xx	551	462	19
E90xx	620	531	14 - 17
E100xx	689	600	13 - 16
E120xx	827	737	14

Tabla 18. Propiedades mínimas del metal de aporte
Autor: Santiago Valencia

$$n = \frac{0.5 S_y}{\sigma} \quad \text{Ecuación: 60}$$

Donde:

S_y : límite de fluencia resistencia acero = 345 Mpa

σ : *esfuerzo cortante*

n : *factor de seguridad*

$$n = \frac{0.5 \times 345 \text{ Mpa}}{22.61 \text{ Mpa}} = 7.62$$

Lo cual tiene un factor de seguridad eficiente para la unión de soldadura

2.1.12. ANALISIS Y SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO

Se calcula el par nominal a transmitir es función de la potencia nominal a transmitir y de la velocidad de rotación. Este es el factor principal de dimensionamiento.

$$T = \frac{746 (\text{pot})}{W} \quad \text{Ecuación: 61}$$

Donde:

T : *Par nominal, [N.m]*

Pot : *Potencia del motor, [1 Hp].*

W : *velocidad angular, [3,66 rad/s]*

$$\mathbf{T=203,8251 [N.m]}$$

El factor de carga se determina mediante la siguiente ecuación, donde los coeficientes de seguridad se seleccionan según tablas (**Anexo 8**).

La elección de un acoplamiento con el tamaño correcto es muy importante, para hacerlo es necesario conocer no sólo la potencia y velocidades requeridas, sino también la severidad del servicio que debe absorber, es decir, será necesario aplicar un factor de corrección o de servicio.

En la determinación del par nominal del acoplamiento, hay que tener en cuenta:

- Las irregularidades del par debidas a los diferentes tipos de máquinas motrices y receptoras (K_1).[1.4]
- Las frecuencias de arranque (K_2).[1.1, máximo 10 arranques por hora]
- El número de horas de funcionamiento por día (K_3).[1, de 2 a 8 horas de funcionamiento diario]

$$K = k_1 * k_2 * k_3 \quad \text{Ecuación: 62}$$

$$K = 1.54$$

Este producto K se denomina coeficiente de seguridad o factor de carga.

Par nominal del acoplamiento = Par nominal a transmitir x coeficiente de seguridad.
($K_1 * K_2 * K_3$)

$$T_o = T * K \quad \text{Ecuación: 63}$$

T_o : par nominal del acoplamiento, [N.m]

T: par nominal, [203,8251 N.m]

K: Factor de carga

$$T_o = 203,8251 * 1.54 = \mathbf{313,8906 [N.m]}$$

Entonces el par nominal del acoplamiento: **CN=314 [m.N]**

Según la máquina receptora que en este caso sería el cilindro rotatorio será indispensable tener una gran elasticidad torsional para absorber irregularidades cíclicas.

El acoplamiento sera un BRIDA SAE la cual se la utiliza para casos con temperaturas elevadas ya que ese es solo bajo pedido se lo construira según los datos obtenidos por tablas y refiriendonos a el diámetro del eje de transmisión.

2.1.12.1 Cálculo del diámetro de pernos de sujección²⁹

Como se necesita que la tómbola rotatoria sea lo más posible fija al acople se asigna un acople rígido empernado ya que estos son diseñados para unir en forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos, se unen mediante una serie de pernos. El par torsional somete los pernos al corte. este tiene mayor par torsional, para fuerzas fluctuantes,axiales.

La fuerza cortante total sobre los pernos depende del radio del círculo de pernos, $D_{bc}/2$ y el par torsional T. esto es,

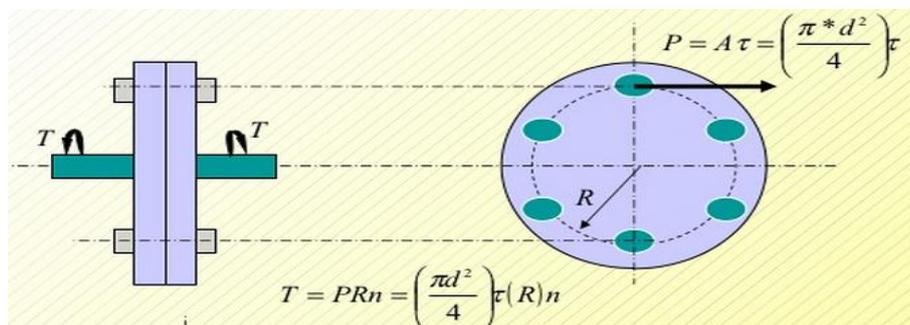


Figura 28. Especificaciones para el cálculo del diámetro del perno del acoplamiento
Autor: Santiago Valencia

$$F = \frac{T}{D_{bc}/2} = \frac{2T}{D_{bc}} \quad \text{Ecuacion: 64}$$

Donde:

T : par torsional [197,05 N.m]

D_{bc} : radio del círculo de pernos [60.5mm]

Si N es el número de pernos,

el esfuerzo cortante en cada uno es:

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{N(\pi d^2/4)} = \frac{2T}{D_{bc} * N(\pi d^2/4)} \quad \text{Ecuacion:65}$$

²⁹Robert Mott, *Diseño de elementos de máquina*, cuarta edición, PP. 513-515

Si el esfuerzo se iguala con el esfuerzo de diseño cortante, y se despeja el diámetro del perno.

$$d = \sqrt{\frac{8T}{D_{bc}N\pi * \tau}}$$

D: diámetro del perno

T: par torsional [197,05 N.m]

τ : máximo momento de corte [182,856 N.m]

N: número de pernos [6]

$$d = 0.080 \text{ [m]}$$

Por lo que se elige un perno de 10 mm de diámetro y así mismo la platina será de este espesor.

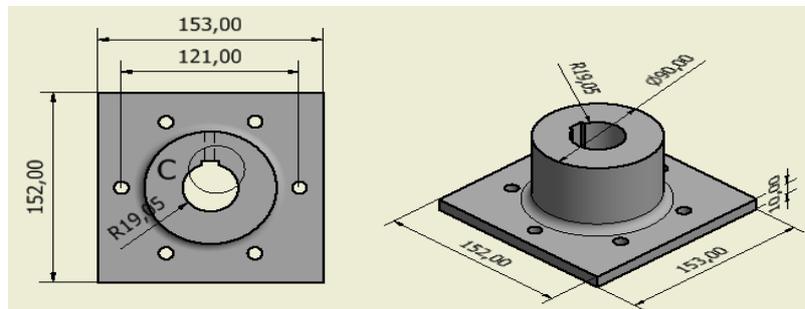


Figura 29. Acoplamiento rígido tipo brida
Autor: Santiago Valencia

2.1.13. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

2.1.13.1 cálculos para la potencia requerida del sistema

Cálculo de la corriente de línea I_L

$$n = \frac{P_S}{P_E} \quad \text{Ecuación: 66}$$

$$n = \frac{746w}{1000w}$$

$$n = 0,746$$

$$\cos\phi = 0,85$$

$$V_L = 230V$$

$$P = 1Hp = 746W$$

$$P = \sqrt{3} * V_L * I_L * \cos\phi$$

$$I_L = 3 \text{ [A]}$$

CAPÍTULO III

3.1 CONTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DE ESTUDIO

En este capítulo se desarrollará la etapa de construcción de la máquina de estudio.

Equipos requeridos para la construcción.

Para la fabricación del lavador se necesitarán los siguientes equipos.

A continuación se muestran las designaciones de cada una de las herramientas, máquinas herramientas e instrumentos de medición y maquinaria, para la representación en un crucigrama de construcción de cada uno de los sistemas que constituyen el lavador.

CODIGO	HERRAMIENTAS	TIPO
I	Escuadra	Instrumento
	Calibrador (pie de rey)	
	Nivel	
	Flexómetro	
H	Brocas	Herramienta
	Esmeril	
	Sierra de arco	
	Machuelos	
	Llaves	
	Prensas	
	Limas	
M1	Fresadora	Máquinas Herramientas
M2	Esmeril	
M3	Taladro de banco	
M4	Dobladora	
M5	Rectificadora	
M6	Amoladora	
M7	Baroladora	
E1	Equipo de suelda eléctrica	
E2	Equipo de Pintura	

Tabla 18. Tipos y designaciones de máquinas herramientas y equipos
Autor: Santiago Valencia

Las operaciones tecnológicas necesarias para la construcción de la máquina de estudio se las detalla a continuación.

NÚMERO	OPERACIÓN
1	Corte del material
2	Barolado
3	Soldado
4	Esmerilado y/o Amolado
5	Torneado
6	Taladro
7	Fresado
8	Doblado
9	Remachar
10	Machuelado
11	Pintado

Tabla 19. Operaciones tecnológicas
Autor: Santiago Valencia

Herramientas manuales

- Juego de llaves (hexagonales, de bica y corona)
- Destornilladores planos y de estrella
- Martillo

3.1.1 ETAPAS DE CONTRUCCIÓN DEL PRODUCTO

El proceso de construcción de cualquiera de los elementos que constituyen el producto cumple con la siguiente secuencia.

- Adquisición de la materia prima.
- Tarazar sobre la materia prima.
- Ejecutar los procesos tecnológicos de acuerdo a lo establecido en los planos de taller
- Verificar las dimensiones.

3.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN

Simbología utilizada para el diagrama de flujo para la construcción del secador

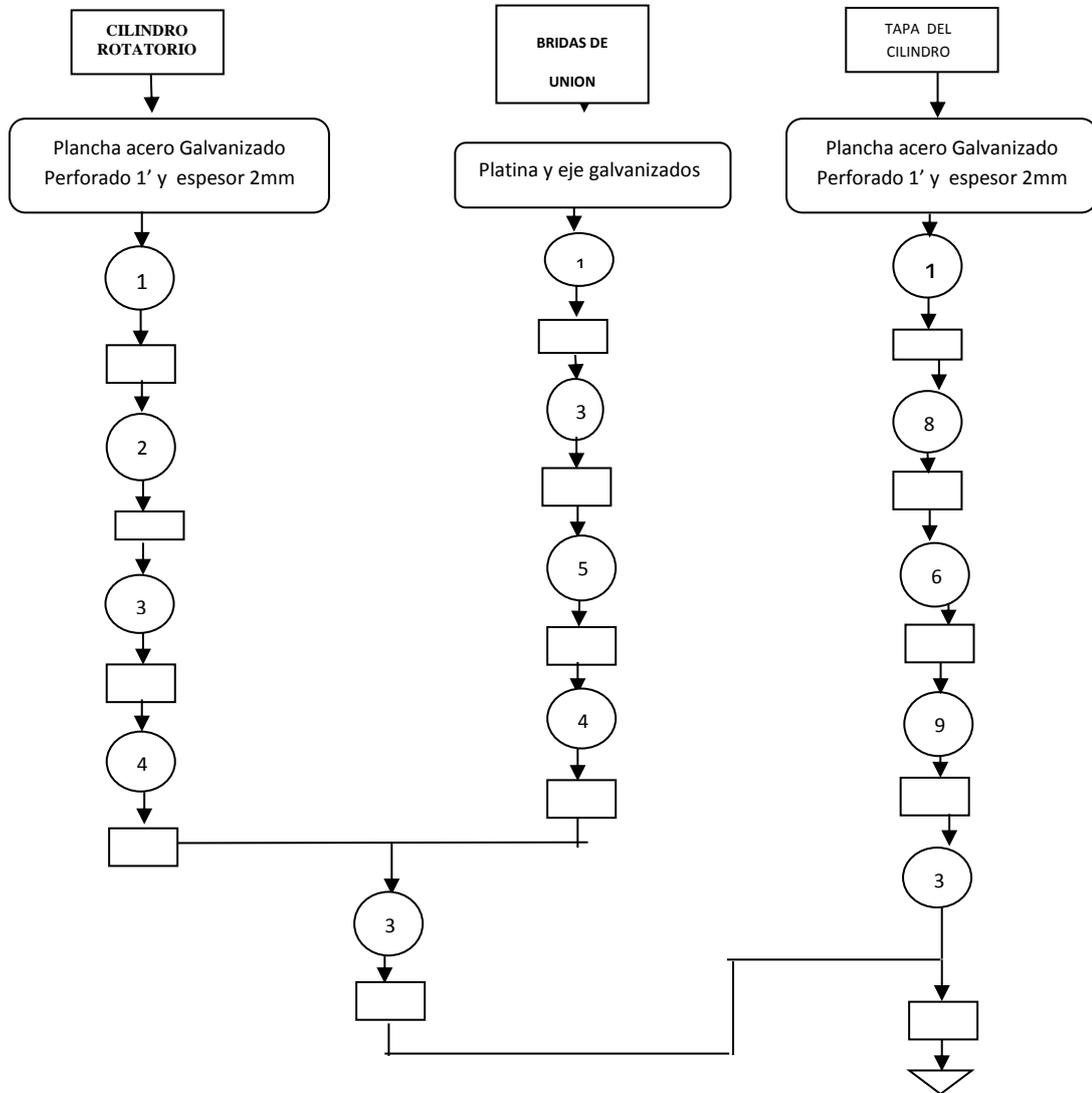
ACTIVIDAD	SIMBOLOGIA
Operación: Indica las principales fases del proceso.	
Inspección: Verifica la cantidad o calidad de algo	
Traslado: Indica el movimiento de los materiales	
Termino de proceso: Indica el término del proceso	

Tabla 20. Simbología estándar para diagrama de flujo
Autor: Santiago Valencia

A continuación se detalla el proceso tecnológico necesario para la construcción de cada elemento de la máquina, las dimensiones estarán expuestas en los respectivos planos.

3.1.3 CAMARA DE LAVADO

Diagrama 1. Diagrama de flujo, construcción de cámara de lavado



Autor: Santiago Valencia

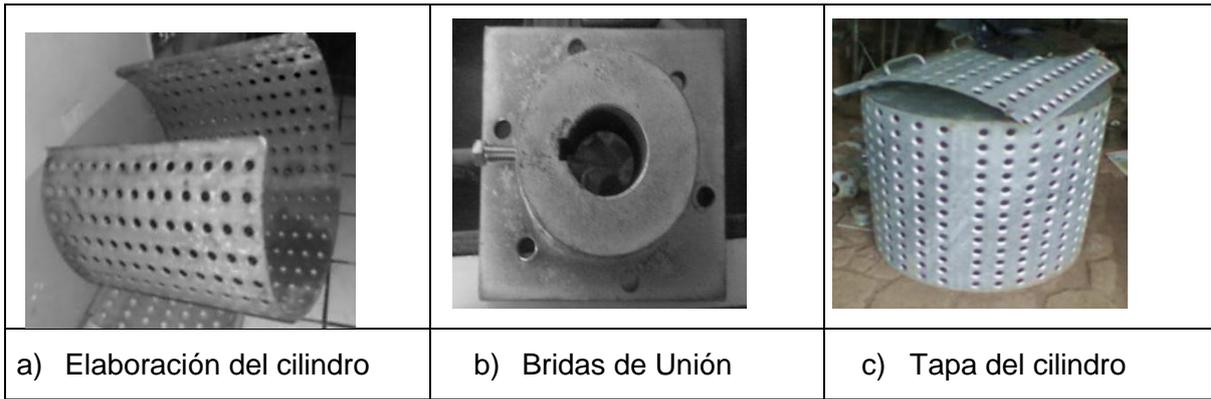
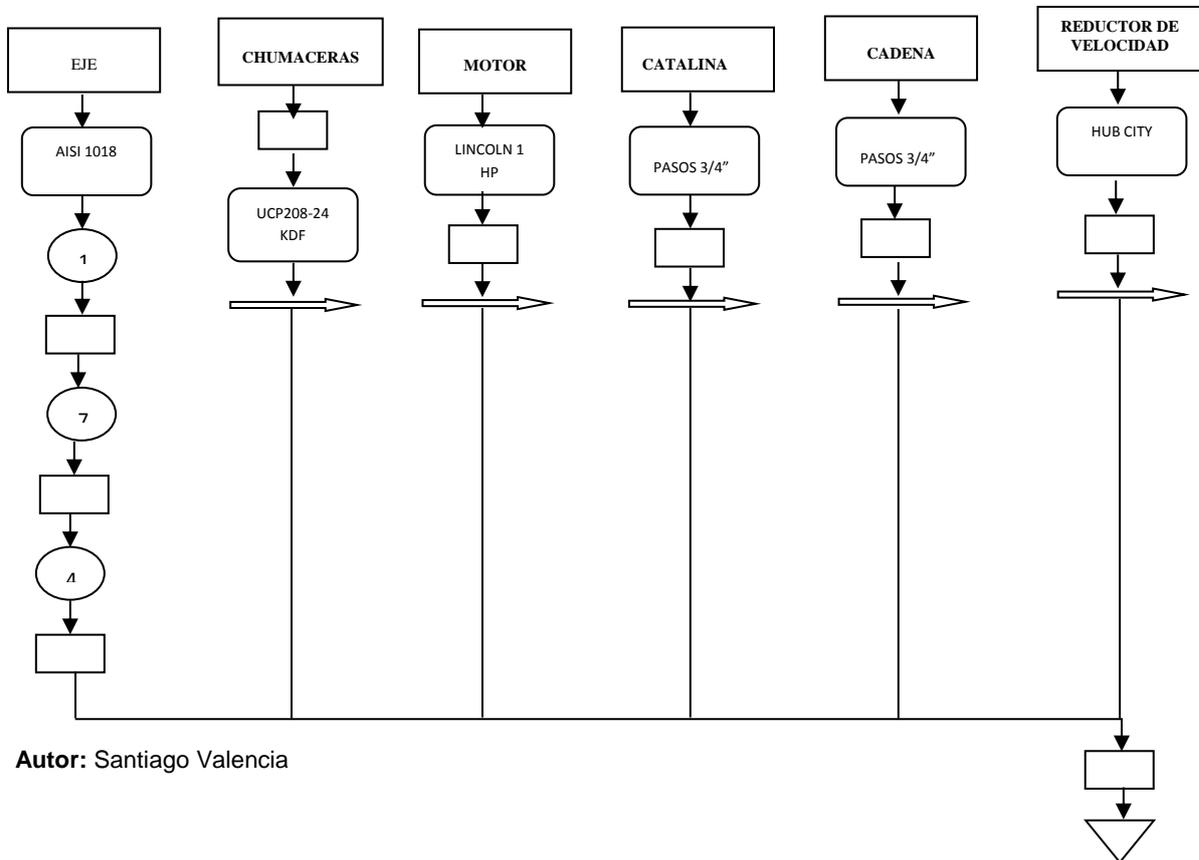


Figura 30. Construcción de la cámara de lavado
Autor: Santiago Valencia

3.1.4 EJE MOTRIZ

Diagrama 2. Diagrama de flujo del sistema motriz



Autor: Santiago Valencia

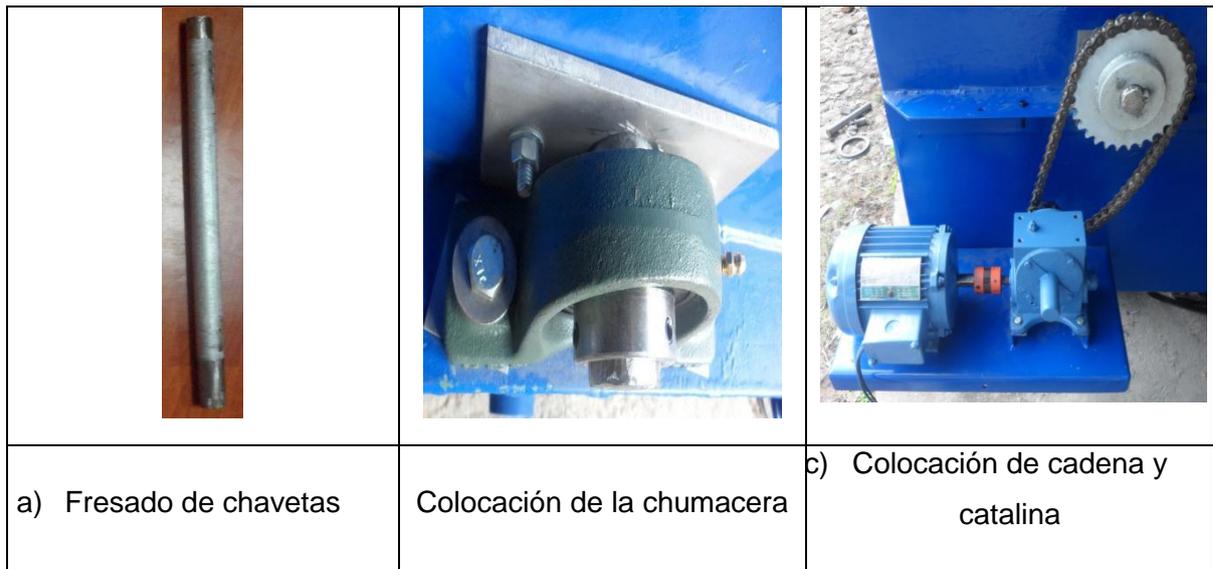


Figura 31. Eje motriz, catalina y chumacera
Autor: Santiago Valencia

3.1.5 SISTEMA ESTRUCTURAL

Diagrama 3. Diagrama de flujo del sistema estructural

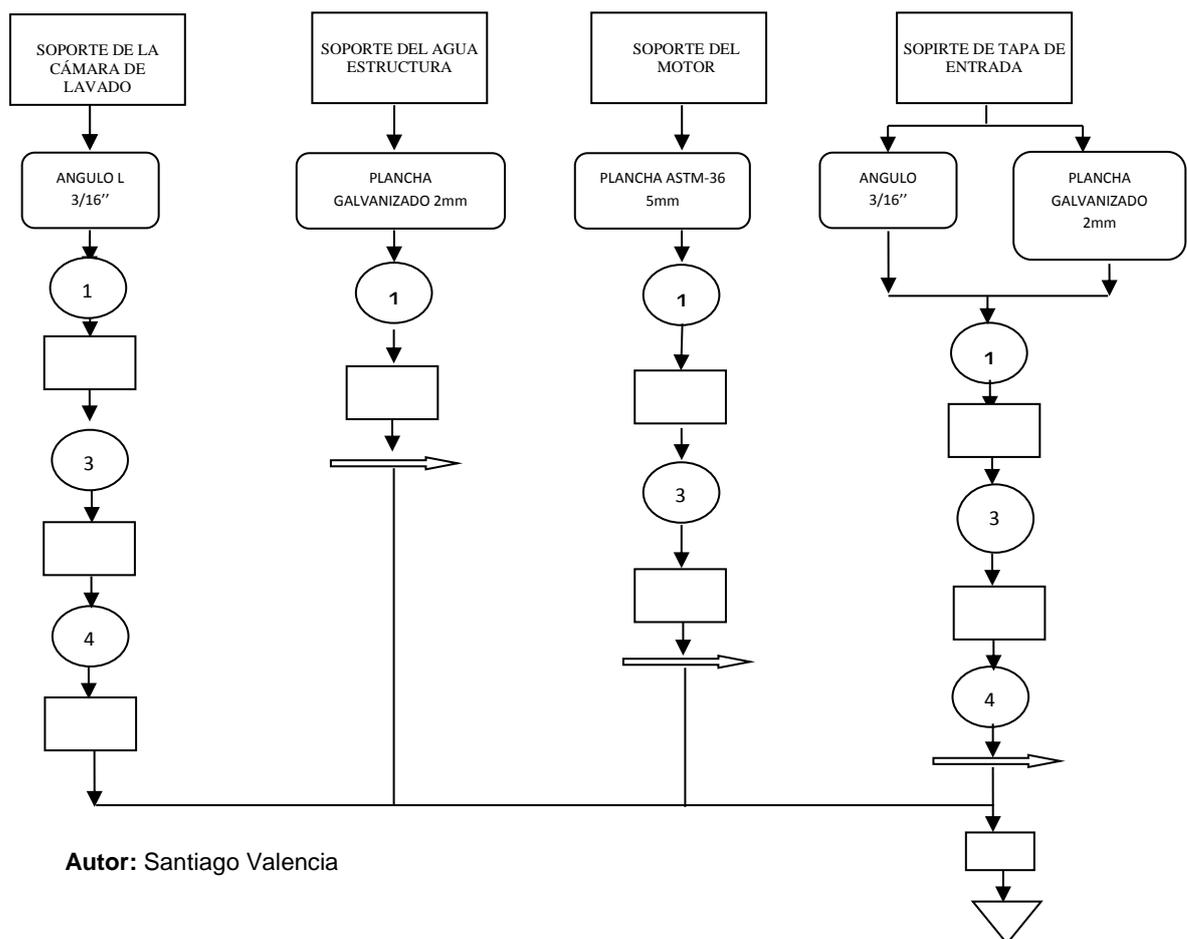
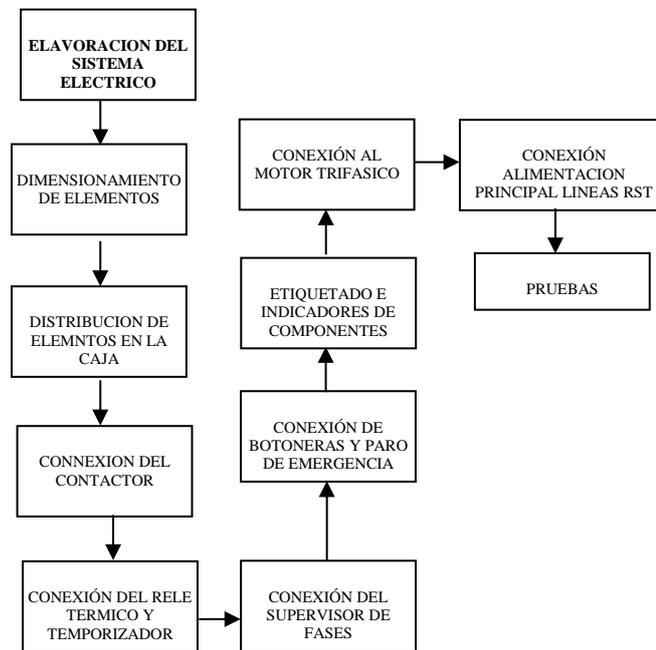




Figura 32. Estructura de la máquina
Autor: Santiago Valencia

3.1.6 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Diagrama 4. Diagrama del flujo de la construcción de la caja del sistema eléctrico.



Autor: Santiago Valencia

En las siguientes figuras se expone el proceso de construcción de caja del sistema eléctrico.

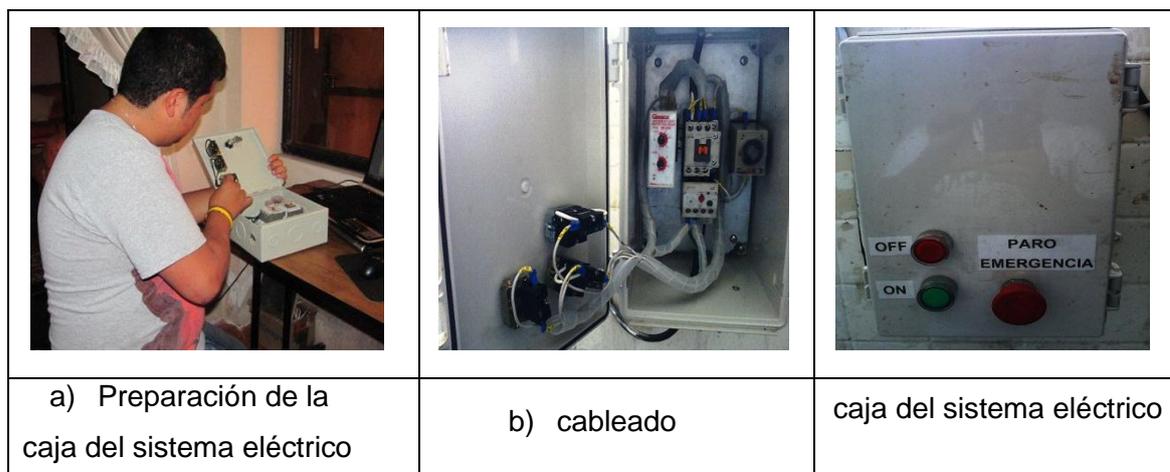


Figura 33. Construcción de la caja del sistema eléctrico
Autor: Santiago Valencia

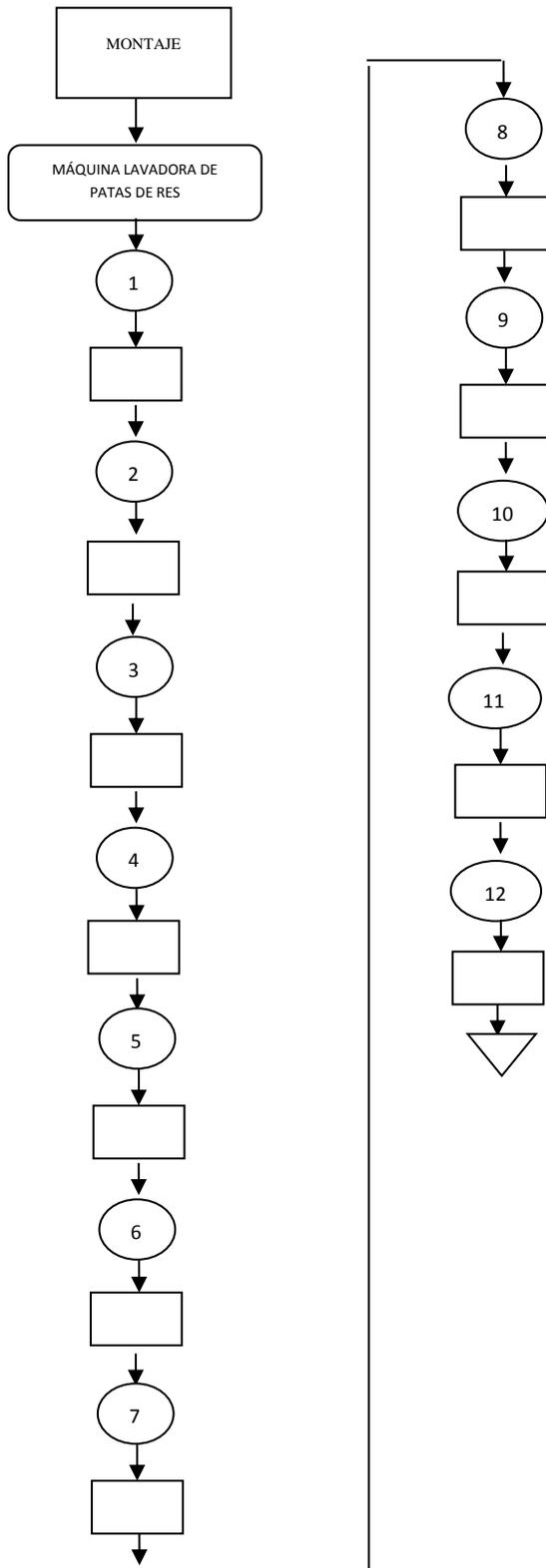
3.1.7. MONTAJE

Al terminar la construcción de las diferentes partes que conforman el lavador rotatorio se procede al montaje de los mismos. Para el montaje se procede en la secuencia de los diagramas de flujo de actividades de las figuras anteriores. En la tabla 20 se detallan las actividades realizadas las misma tiene asignadas un código.

ITEM	ACTIVIDAD
M1	Instalación para el anclaje de la estructura
M2	Instalación del eje
M3	Instalación del cilindro rotatorio lavado
M4	Instalación de brida de unión
M5	Instalación de Chumaceras sobre el eje
M6	Instalación de la tapa de la estructura
M7	Instalación soporte del motor
M8	Instalación de la catalinas y cadena
M9	Instalación tubería de agua caliente y fría
M10	Instalación caja del sistema eléctrico
M11	Instalación del desagüe de la maquina
M12	Pintura de la maquina

Tabla 21. Actividades para el montaje
Autor: Santiago Valencia

Diagrama 5. Diagrama de flujo del montaje



Autor: Santiago Valencia

		
<p>a) montaje del cilindro sobre la estructura</p>	<p>b) colocación de la base del motor, catalina y cadena</p>	<p>c) esmerilado de la tapa de la estructura</p>
		
<p>d) tuberías de entrada de agua caliente y fría, desagüe</p>	<p>e) montaje de la caja del sistema eléctrico</p>	<p>f) pruebas de funcionamiento</p>

Figura 34. Montaje de la máquina lavadora de patas de res
Autor: Santiago Valencia

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 CONCLUSIONES

- El proyecto de titulación cumple con el objetivo de la presente tesis, el cual es el diseño de una máquina lavadora de patas de res de 80 patas/h que satisface con los parámetros funcionales y requerimientos operacionales planteados al inicio de este trabajo.
- El uso de la máquina lavadora de patas de res para la empresa pública de faenamiento y productos cárnicos Ibarra, optimiza la producción y mejora el trabajo para sus empleados, cumple con las expectativas del sistema mecánico.
- Esta máquina lavadora de patas de res tiene una aceptación entre los trabajadores de la EP-FYPROCAI gracias a su facilidad de uso y mantenimiento.
- Los planos mecánicos se presentan en forma clara, concisa y cumpliendo con las normas de dibujo, con todas la sindicaciones necesarias y suficientes para efectuar una construcción relativamente fácil.
- El diseño y eficiencia de la máquina garantizan velocidad de fabricación la alternativa seleccionada cumple satisfactoriamente con los requerimientos del mercado, y se ha obtenido un elemento que se rige a las normas respecto a su construcción, manejo y seguridad, existentes en la actualidad la experiencia adquirida en el desarrollo del presente proyecto de titulación, se considera de una gran valía en la formación profesional y personal del autor.

4.1.2 RECOMENDACIONES

- Para que la máquina funcione correctamente se deben seguir los pasos expuestos en el apartado del montaje de la máquina.
- Siempre verificar que la cadena del sistema de transmisión de potencia este correctamente templada, porque caso contrario esto afectaría directamente a la resistencia mecánica.
- Para evitar posibles accidentes no retirar la protección del sistema de trasmisión de potencia si este se encuentra en funcionamiento.
- Por precaución al momento de realizar el mantenimiento de la máquina se recomienda que el breaker que protege al sistema eléctrico este deshabilitado

- El tambor giratorio, debe ser alineado correctamente antes de ser montado, se debe asegurar el correcto acople que esta con el tambor antes de que entre en funcionamiento
- No abrir la tapa de la estructura si la máquina se encuentra en funcionamiento con esto evitamos accidentes.
- Se deben seguir todas la normar de seguridad industrial para el uso de la máquina así como para realizar los distintos trabajos con los equipos utilizados en la construcción de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Robert Mott (2006). Diseño de elementos de máquina. (4ta. Ed.) México Educación.
- [2] Perry R. (1999). Manual del Ingeniero Químico; (6ta. ed.). McGraw-Hill; México, D.F;
- [3] Shigley J. (1989). Manual de Diseño Mecánico. (6ta Ed.). McGraw-Hill;
- [4] Mc Cabe, Warren I. (2002). Operaciones Unitarias en la Ingeniería Química. (6ta. Ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.
- [5] Bedford A., Fowler W. (2008). Mecánica para ingeniería estática (5ta ed.). México: Pearson Education.
- [6] Bedford A., Fowler W. (2008). Mecánica para ingeniería dinámica (5ta ed.). México: Pearson Education
- [7] Budinas R., Nisbett J. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (8va ed.). México: McGraw-Hill/ Interamericana.
- [8] Luis A., Jorge L., Diseño, simulación y maqueta de una lavadora vertical de 400Kg para el proceso de reducción y posterior teñido del índigo, tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica;2009.
- [9] Alexander Tirira., Jorge S., Diseño, simulación y construcción de una maquina para la elaboración de tortillas de harina de trigo para la empresa Taquitos, proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica; 2011.
- [10] Vicente R., Fiallos B., Implementación del sistema de corte y transporte de las placas de eurolit en la empresa tubasec , proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Mecánica;2011.
- [11] Jiménez J., Robinson G..., Diseño de una planta piloto de procesamiento de semillas de alfalfa y trébol, proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica, Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Mecánica; 2011.
- [12] SKF.; Catálogo general.
- [13] Voxges; Catalogo General
- [14] INEN, Código de dibujo técnico mecánico; Quito, 1981
- [15] Rexnord; Catalogo General

ANEXOS

ANEXO 1 TABLAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES

Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener la salida Y	Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener la salida Y
Unidad térmica británica, Btu	1.055	joule, J	momento de inercia lbm · ft ²	0.0421	kilogramo-metro ² , kg · m ²
Btu/segundo, Btu/s	1.05	kilowatt, kW	momento de inercia lbm · pulg ²	293	kilogramo-milímetro ² , kg · mm ²
caloría	4.19	joule, J	momento de sección (segundo momento del área), pulg ⁴	41.6	centímetro ⁴ , cm ⁴
centímetro de mercurio (0°C)	1.333	kilopascal, kPa	onza fuerza, oz	0.278	newton, N
centipoise, cP	0.001	pascal-segundo, Pa · s	onza masa	0.0311	kilogramo, kg
grado (ángulo)	0.0174	radián, rad	libra, lb [†]	4.45	newton, N
pie ft	0.305	metro, m	libra-pie, lb · ft	1.36	newton-metro, N · m
pie ² , ft ²	0.0929	metro ² , m ²	libra/pie ² , lb/ft ²	47.9	pascal, Pa
pie, minuto ft/min	0.0051	metro/segundo, m/s	libra-pulgada, lb · pulg	0.113	joule, J
pie-libra, ft · lb	1.35	joule, J	libra-pulg, lb · pulg	0.113	newton-metro, N · m
pie/libra segundo, ft · lb/s	1.35	watt, W	libra/pulg, lb/pulg	175	newton-metro, N/m
pie/segundo, ft/s	0.305	metro/segundo, m/s	libra/pulg ² , psi (lb/pulg ²)	6.89	kilopascal, kPa
galón (EUA), gal	3.785	litro, l	libra masa, lbm	0.454	kilogramo, kg
caballos de potencia, hp	0.746	kilowatt, kW	libra masa/segundo, lbm/s	0.454	kilogramo/segundo, kg/s
pulgada, pulg	0.0254	metro, m	cuarto de galón (EUA), qt	946	mililitro, ml
pulgada, pulg	25.4	milímetro, mm	módulo de sección, pulg ³	16.4	centímetro ³ , cm ³
pulgada, pulg ²	645	milímetro ² , mm ²	slug	14.6	kilogramo, kg
pulgada de mercurio (32°F)	3.386	kilopascal, kPa	ton (corta 2 000 lbm)	907	kilogramo, kg
kilolibra, kip	4.45	kilonewton, kN	yarda yd	0.914	metro, m
kilolibra, pulg ² , kpsi (ksi)	6.89	megapascal, MPa (N/mm ²)			
masa, lb · s ² /pulg	175	kilogramo, kg			
milla, mi	1.610	kilómetro, km			
milla/hora, mi/h	1.61	kilómetro/hora km/h			
milla/hora, mi/h	0.447	metro/segundo, m/s			

Fuente: Shigley J., Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición

ANEXO 2 REDUCTOR DE VELOCIDAD

Selección del reductor de velocidad del lavador

HUB CITY SINGLE REDUCTION WORM GEAR DRIVES



UNIVERSAL POWER CUBE CATALOG RATINGS

SERIES 210 & W240

		CONVENTIONAL OIL						PAO SYNTHETIC OIL				PAG SYNTHETIC OIL		
INPUT RPM	RATIO [^]	OUTPUT RPM	MECH.			THERMAL			MECH.			THERMAL		
			INPUT HP	EFF. %	OUTPUT TORQUE	INPUT HP	EFF. %	OUTPUT TORQUE	INPUT HP	EFF. %	OUTPUT TORQUE	INPUT HP	EFF. %	OUTPUT TORQUE
1750	5	350.0	3.77	88.0	597	2.80	443	90.8	616	3.32	543	93.6	3.77	635
	7.5	233.3	3.13	85.7	723	2.07	480	88.9	750	2.42	580	91.6	3.13	773
	10	175.0	2.57	83.1	770	1.74	520	86.3	799	2.05	637	89.4	2.57	828
	15	116.7	1.93	78.8	820	1.25	534	81.8	851	1.48	655	85.2	1.93	886
	20	87.5	1.50	76.7	828	1.14	629	79.6	859	1.35	772	82.9	1.50	895
	25	70.0	1.30	74.3	870	1.02	679	77.1	903	1.20	833	80.3	1.30	941
	30	58.3	1.13	68.2	834	.622	458	71.5	875	.874	675	74.5	1.13	912
	40	43.8	.872	65.0	816	.691	647	68.2	857	.808	793	71.0	.872	892
	50	35.0	.747	61.5	827	.632	700	64.5	868	.740	860	67.2	.747	904
60	29.2	.656	55.5	787	.524	629	58.3	826	.613	772	61.0	.656	865	
1150	5	230.0	3.25	86.8	772	2.55	607	89.5	797	3.04	745	92.3	3.25	821
	7.5	153.3	2.64	84.1	912	1.62	560	87.2	946	1.93	690	89.9	2.64	975
	10	115.0	2.17	81.3	966	1.64	732	84.3	1003	1.98	916	87.4	2.17	1039
	15	76.7	1.64	76.3	1026	1.21	762	79.2	1065	1.43	934	82.5	1.64	1110
	20	57.5	1.25	73.9	1014	1.10	895	76.7	1052	1.25	1052	79.9	1.25	1096
	25	46.0	1.02	71.2	993	1.02	993	73.9	1030	1.02	1030	77.0	1.02	1073
	30	38.3	.983	64.5	1042	.752	798	67.7	1093	.880	979	70.5	.983	1139
	40	28.8	.746	61.1	1000	.702	940	64.1	1049	.746	1049	66.8	.746	1093
	50	23.0	.627	57.5	987	.627	987	60.3	1035	.627	1035	62.8	.627	1078
60	19.2	.532	51.2	896	.532	896	53.8	941	.532	941	56.3	.532	985	
100	5	20.0	.488	78.9	1212	.488	1212	81.4	1250	.488	1250	83.9	.488	1289
	7.5	13.3	.387	74.8	1369	.387	1369	77.6	1420	.387	1420	80	.387	1464
	10	10.0	.325	70.3	1439	.325	1439	73.0	1493	.325	1493	75.6	.325	1547
	15	6.7	.256	62.9	1519	.256	1519	65.3	1577	.256	1577	68.0	.256	1642
	20	5.0	.168	59.8	1270	.168	1270	62.1	1318	.168	1318	64.7	.168	1373
	25	4.0	.111	56.6	993	.111	993	58.8	1030	.111	1030	61.2	.111	1073
	30	3.3	.171	47.5	1537	.171	1537	49.8	1613	.171	1613	51.9	.171	1680
	40	2.5	.128	44.1	1424	.128	1424	46.3	1494	.128	1494	48.2	.128	1557
	50	2.0	.077	40.5	987	.077	987	42.5	1035	.077	1035	44.3	.077	1078
60	1.7	.070	33.9	896	.070	896	35.5	941	.070	941	37.2	.070	985	

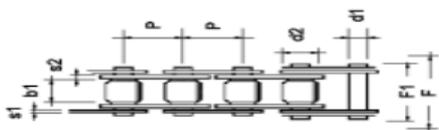
B

SINGLE REDUCTION

Fuente: <http://www.hubcityinc.com/ProdSpotPowerCube.html>

ANEXO 3 CADENA DE RODILLOS

CADENAS DE TRANSMISIÓN Serie ISO / R606 Norma Europea BS 228 DIN 8187 Cadenas Simples, Dobles y Triples



Ref.	PASO (mm.)	PASO (pulg.)	Ancho Interior	Ø Rod.	Ø Eje	Grueso Mallas		Ancho Entre Filas e	Ancho max. S/ejes F1	Ancho total cadena F	Superf. Articul. cm2.	Carga de Rotura Kp.	Peso por metro Kg/mtr.
						S1	S2						
ISO	P	P	b1	d2	d1								
05B-1	8	0,315	3	5	2,31	0,73	0,73	--	8,50	11,00	0,10	550	0,18
06B-1	9,525	3/8	5,72	6,35	3,28	1,04	1,30	--	12,40	17,50	0,285	1.000	0,40
08B-1	12,70	1/2	7,75	8,51	4,45	1,50	1,50	--	17,00	20,50	0,50	2.000	0,72
081	12,70	1/2	3,30	7,75	3,66	0,95	1,10	--	9,70	15,40	0,21	1.000	0,28
083	12,70	1/2	4,88	7,75	3,66	0,95	1,10	--	12,30	17,50	0,34	1.400	0,43
10B-1	15,875	5/8	9,65	10,16	5,08	1,60	1,60	--	19,00	24,50	0,68	2.500	0,96
12B-1	19,05	3/4	11,68	12,07	5,72	1,80	1,80	--	22,00	28,00	0,90	3.200	1,23
16B-1	25,40	1	17,02	15,88	8,27	3	4	--	34,60	44,50	2,12	6.500	2,67
20B-1	31,75	1 1/4	19,56	19,05	10,19	3,60	4,62	--	40,10	58,50	2,94	10.000	3,32
24B-1	38,1	1 1/2	25,40	25,40	14,63	5	6,10	--	53,20	76,00	5,54	19.000	7,68
28B-1	44,45	1 3/4	30,99	27,94	15,90	6,35	7,60	--	64,60	90,00	7,40	21.000	9,45
32B-1	50,80	2	30,99	29,21	17,81	6,35	7,10	--	64,40	95,50	8,00	26.000	8,95
40B-1	63,50	2 1/2	38,10	39,37	22,89	8,64	8,13	--	78,40	113,00	12,75	43.000	16,04

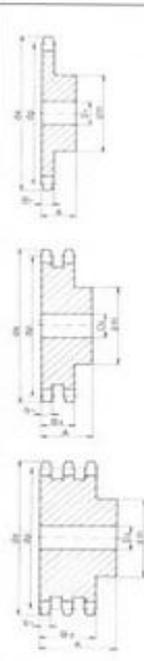
5.3 Transmittable output's (kW) for Rex-High-Capacity-Roller Chains 12B-1 19.05 mm pitch, European version

DIN 8187

Number of teeth	Reference Ø mm	Small sprocket revolution																			
		50	100	200	500	700	900	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3500	3800	4000	4600
		Hand lubrication			Drip lubrication			Oil bath lubrication						Forced feed lubrication							
13	79.60	0.62	1.15	2.15	4.99	6.57	8.33	10.17	9.07	6.58	5.56	4.72	4.09	3.59	3.18	2.95	2.57	2.04	1.80	1.67	--
14	85.60	0.67	1.25	2.32	5.30	7.20	9.08	11.42	9.08	7.40	6.21	5.27	4.57	4.02	3.56	3.18	2.67	2.28	2.01	1.87	--
15	91.60	0.72	1.33	2.51	5.71	7.79	9.75	12.58	10.00	8.20	6.87	5.85	5.07	4.45	3.95	3.53	3.18	2.52	2.22	2.07	--
16	97.60	0.77	1.44	2.68	6.12	8.33	10.50	13.50	11.08	9.00	7.60	6.44	5.58	4.91	4.36	3.89	3.50	2.77	2.45	2.29	--
17	103.70	0.82	1.53	2.88	6.54	9.32	11.17	14.50	12.17	9.92	8.33	7.06	6.12	5.37	4.77	4.27	3.90	3.05	2.68	2.49	--
18	109.70	0.88	1.63	3.05	6.96	9.42	11.92	15.33	13.25	10.75	9.08	7.67	6.67	5.85	5.19	4.64	4.18	3.32	2.99	2.72	--
19	115.70	0.93	1.73	3.24	7.40	10.00	12.58	16.25	14.33	11.67	9.93	8.33	7.27	6.34	5.63	5.04	4.53	3.60	3.17	2.94	--
20	121.80	0.98	1.83	3.42	7.79	10.58	13.33	17.17	15.50	12.58	10.58	9.00	7.79	6.87	6.09	5.44	4.89	3.88	3.43	--	--
21	127.80	1.04	1.92	3.62	8.20	11.17	14.00	18.17	16.58	13.50	11.42	9.67	8.42	7.40	6.55	5.86	5.27	4.18	3.69	--	--
22	133.90	1.09	2.02	3.79	8.67	11.75	14.75	19.08	17.83	14.58	12.25	10.42	9.00	7.93	7.00	6.28	5.65	4.48	3.95	--	--
23	139.90	1.14	2.12	3.99	9.08	12.25	15.50	20.00	19.09	15.58	13.08	11.17	9.58	8.50	7.54	6.72	6.04	4.79	--	--	--
24	145.90	1.20	2.22	4.17	9.50	12.92	16.25	20.92	20.25	16.42	13.92	11.83	10.25	9.00	8.00	7.13	6.43	5.11	--	--	--
25	152.00	1.25	2.32	4.36	9.92	13.50	16.92	21.92	21.58	17.58	14.83	12.58	10.92	9.58	8.58	7.60	6.87	5.43	--	--	--
28	176.10	1.42	2.69	4.92	11.25	15.25	19.17	24.75	25.58	20.83	17.58	14.92	12.92	11.23	10.08	9.00	8.13	6.44	--	--	--
30	182.30	1.52	2.83	5.29	12.08	16.42	20.58	26.67	28.42	23.17	19.50	16.50	14.33	12.58	11.17	10.00	9.00	--	--	--	--
32	194.40	1.63	3.04	5.68	12.92	17.50	22.08	28.58	31.25	25.50	21.50	18.17	15.83	13.83	12.33	11.00	9.92	--	--	--	--
35	212.50	1.80	3.35	6.27	14.25	19.33	24.33	31.50	35.83	29.17	24.58	20.83	18.08	15.83	14.08	12.58	11.33	--	--	--	--
40	242.80	2.08	3.88	7.27	16.50	22.33	28.08	36.50	41.83	35.58	30.00	25.50	22.00	19.42	17.17	15.42	--	--	--	--	--

Fuente: catálogo de Rexnord para cadena de rodillos

ANEXO 4 CATALINAS

<p>3/4" x 7/16" 19,05 x 11,68 mm 12B - 1 - 2 - 3</p> <p>Para cadena de rodillos según DIN 8187 ISO/R 606</p>  <p>* Construcción con moyu soldado</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PIÑÓN</th> <th>mm</th> </tr> <tr> <td>Radio diente r₃</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Anchura arco C</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Anchura diente B₁</td> <td>11,1</td> </tr> <tr> <td>Anchura diente b₁</td> <td>10,8</td> </tr> <tr> <td>Anchura diente B₂</td> <td>30,3</td> </tr> <tr> <td>Anchura diente B₃</td> <td>49,8</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">CADENAm</th> </tr> <tr> <td>Paso</td> <td>19,05</td> </tr> <tr> <td>Anchura rodillo</td> <td>11,68</td> </tr> <tr> <td>Rodillo Ø</td> <td>12,07</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">Material Fe 50</p>	PIÑÓN	mm	Radio diente r ₃	19	Anchura arco C	2	Anchura diente B ₁	11,1	Anchura diente b ₁	10,8	Anchura diente B ₂	30,3	Anchura diente B ₃	49,8	CADENAm		Paso	19,05	Anchura rodillo	11,68	Rodillo Ø	12,07	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">z</th> <th rowspan="2">d_e</th> <th rowspan="2">d_p</th> <th colspan="3">S</th> <th colspan="3">D</th> <th colspan="3">T</th> </tr> <tr> <th>d_m</th> <th>D₁</th> <th>A</th> <th>d_m</th> <th>D₂</th> <th>A</th> <th>d_m</th> <th>D₃</th> <th>A</th> </tr> <tr><td>8</td><td>58,0</td><td>49,78</td><td>31</td><td>12</td><td>30</td><td>31</td><td>16</td><td>45</td><td>31</td><td>16</td><td>65</td></tr> <tr><td>9</td><td>63,9</td><td>55,70</td><td>37</td><td>12</td><td>30</td><td>37</td><td>16</td><td>45</td><td>37</td><td>16</td><td>65</td></tr> <tr><td>10</td><td>69,8</td><td>61,64</td><td>42</td><td>12</td><td>30</td><td>42</td><td>16</td><td>45</td><td>42</td><td>16</td><td>65</td></tr> <tr><td>11</td><td>75,8</td><td>67,61</td><td>46</td><td>16</td><td>35</td><td>47</td><td>16</td><td>50</td><td>47</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>12</td><td>81,8</td><td>73,60</td><td>52</td><td>16</td><td>35</td><td>53</td><td>16</td><td>50</td><td>53</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>13</td><td>87,8</td><td>79,59</td><td>58</td><td>16</td><td>35</td><td>59</td><td>16</td><td>50</td><td>59</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>14</td><td>93,8</td><td>85,61</td><td>64</td><td>16</td><td>35</td><td>65</td><td>20</td><td>50</td><td>65</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>15</td><td>99,8</td><td>91,63</td><td>70</td><td>16</td><td>35</td><td>71</td><td>20</td><td>50</td><td>71</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>16</td><td>105,8</td><td>97,65</td><td>75</td><td>16</td><td>35</td><td>77</td><td>20</td><td>50</td><td>77</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>17</td><td>111,9</td><td>103,67</td><td>80</td><td>16</td><td>35</td><td>83</td><td>20</td><td>50</td><td>83</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>18</td><td>117,9</td><td>109,71</td><td>80</td><td>16</td><td>35</td><td>89</td><td>20</td><td>50</td><td>89</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>19</td><td>123,9</td><td>115,75</td><td>80</td><td>16</td><td>35</td><td>95</td><td>20</td><td>50</td><td>95</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>20</td><td>130,0</td><td>121,78</td><td>80</td><td>16</td><td>35</td><td>100</td><td>20</td><td>50</td><td>100</td><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>21</td><td>136,0</td><td>127,82</td><td>90</td><td>20</td><td>40</td><td>100</td><td>20</td><td>50</td><td>100</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>22</td><td>142,0</td><td>133,86</td><td>90</td><td>20</td><td>40</td><td>100</td><td>20</td><td>50</td><td>100</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>23</td><td>148,1</td><td>139,90</td><td>90</td><td>20</td><td>40</td><td>110</td><td>20</td><td>50</td><td>110</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>24</td><td>154,1</td><td>145,94</td><td>90</td><td>20</td><td>40</td><td>110</td><td>20</td><td>50</td><td>110</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>25</td><td>160,2</td><td>152,00</td><td>90</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>26</td><td>166,2</td><td>158,04</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>27</td><td>172,3</td><td>164,09</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>28</td><td>178,3</td><td>170,13</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>29</td><td>184,4</td><td>176,19</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>30</td><td>190,4</td><td>182,25</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>120</td><td>20</td><td>50</td><td>120</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>31</td><td>196,5</td><td>188,31</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>*120</td><td>20</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>32</td><td>202,5</td><td>194,35</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>*120</td><td>20</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>33</td><td>208,6</td><td>200,40</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>*120</td><td>20</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>34</td><td>214,6</td><td>206,46</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>*120</td><td>20</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>35</td><td>220,7</td><td>212,52</td><td>95</td><td>20</td><td>40</td><td>*120</td><td>20</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>36</td><td>226,8</td><td>218,58</td><td>100</td><td>25</td><td>40</td><td>*120</td><td>25</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>37</td><td>232,8</td><td>224,64</td><td>100</td><td>25</td><td>40</td><td>*120</td><td>25</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>38</td><td>238,9</td><td>230,69</td><td>100</td><td>25</td><td>40</td><td>*120</td><td>25</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>39</td><td>244,9</td><td>236,75</td><td>100</td><td>25</td><td>40</td><td>*120</td><td>25</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>40</td><td>251,0</td><td>242,81</td><td>100</td><td>25</td><td>40</td><td>*120</td><td>25</td><td>50</td><td>*130</td><td>25</td><td>70</td></tr> </table>	z	d _e	d _p	S			D			T			d _m	D ₁	A	d _m	D ₂	A	d _m	D ₃	A	8	58,0	49,78	31	12	30	31	16	45	31	16	65	9	63,9	55,70	37	12	30	37	16	45	37	16	65	10	69,8	61,64	42	12	30	42	16	45	42	16	65	11	75,8	67,61	46	16	35	47	16	50	47	20	70	12	81,8	73,60	52	16	35	53	16	50	53	20	70	13	87,8	79,59	58	16	35	59	16	50	59	20	70	14	93,8	85,61	64	16	35	65	20	50	65	20	70	15	99,8	91,63	70	16	35	71	20	50	71	20	70	16	105,8	97,65	75	16	35	77	20	50	77	20	70	17	111,9	103,67	80	16	35	83	20	50	83	20	70	18	117,9	109,71	80	16	35	89	20	50	89	20	70	19	123,9	115,75	80	16	35	95	20	50	95	20	70	20	130,0	121,78	80	16	35	100	20	50	100	20	70	21	136,0	127,82	90	20	40	100	20	50	100	25	70	22	142,0	133,86	90	20	40	100	20	50	100	25	70	23	148,1	139,90	90	20	40	110	20	50	110	25	70	24	154,1	145,94	90	20	40	110	20	50	110	25	70	25	160,2	152,00	90	20	40	120	20	50	120	25	70	26	166,2	158,04	95	20	40	120	20	50	120	25	70	27	172,3	164,09	95	20	40	120	20	50	120	25	70	28	178,3	170,13	95	20	40	120	20	50	120	25	70	29	184,4	176,19	95	20	40	120	20	50	120	25	70	30	190,4	182,25	95	20	40	120	20	50	120	25	70	31	196,5	188,31	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70	32	202,5	194,35	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70	33	208,6	200,40	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70	34	214,6	206,46	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70	35	220,7	212,52	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70	36	226,8	218,58	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70	37	232,8	224,64	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70	38	238,9	230,69	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70	39	244,9	236,75	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70	40	251,0	242,81	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70	
	PIÑÓN	mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Radio diente r ₃	19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura arco C	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura diente B ₁	11,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura diente b ₁	10,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura diente B ₂	30,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura diente B ₃	49,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
CADENAm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Paso	19,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Anchura rodillo	11,68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Rodillo Ø	12,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
z	d _e	d _p	S			D			T																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			d _m	D ₁	A	d _m	D ₂	A	d _m	D ₃	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8	58,0	49,78	31	12	30	31	16	45	31	16	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9	63,9	55,70	37	12	30	37	16	45	37	16	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
10	69,8	61,64	42	12	30	42	16	45	42	16	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
11	75,8	67,61	46	16	35	47	16	50	47	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
12	81,8	73,60	52	16	35	53	16	50	53	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
13	87,8	79,59	58	16	35	59	16	50	59	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
14	93,8	85,61	64	16	35	65	20	50	65	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
15	99,8	91,63	70	16	35	71	20	50	71	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
16	105,8	97,65	75	16	35	77	20	50	77	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
17	111,9	103,67	80	16	35	83	20	50	83	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
18	117,9	109,71	80	16	35	89	20	50	89	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
19	123,9	115,75	80	16	35	95	20	50	95	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
20	130,0	121,78	80	16	35	100	20	50	100	20	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
21	136,0	127,82	90	20	40	100	20	50	100	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
22	142,0	133,86	90	20	40	100	20	50	100	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
23	148,1	139,90	90	20	40	110	20	50	110	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
24	154,1	145,94	90	20	40	110	20	50	110	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
25	160,2	152,00	90	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
26	166,2	158,04	95	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
27	172,3	164,09	95	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
28	178,3	170,13	95	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
29	184,4	176,19	95	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
30	190,4	182,25	95	20	40	120	20	50	120	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
31	196,5	188,31	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
32	202,5	194,35	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
33	208,6	200,40	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
34	214,6	206,46	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
35	220,7	212,52	95	20	40	*120	20	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
36	226,8	218,58	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
37	232,8	224,64	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
38	238,9	230,69	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
39	244,9	236,75	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
40	251,0	242,81	100	25	40	*120	25	50	*130	25	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Fuente: http://www.rodalsa.net/?page_id=2444

PIGNONI SEMPLICI TEMPERATI AD INDUZIONE SUI DENTI
SIMPLEX SPROCKETS WITH HARDENED TEETH
GEHÄRTETE EINFACH KETTENRÄDER
PIGNONS SIMPLES AVEC DENTURES TREMPÉES HAUTE FREQUENCE
PIÑONES SIMPLES TEMPLADOS POR INDUCCION EN LOS DIENTES



3/8" x 7/32" - 06 B1

Z	D _e	D _p	PS			
			cod.	d	D	H
13	43,0	39,80	PS 05T13	28	10	25
14	46,3	42,80	PS 05T14	31	10	25
15	49,3	45,81	PS 05T15	34	10	25
16	52,3	48,82	PS 05T16	37	10	28
17	55,3	51,83	PS 05T17	40	10	28
18	58,3	54,85	PS 05T18	43	10	28
19	61,3	57,87	PS 05T19	45	10	28
20	64,3	60,89	PS 05T20	46	10	28
21	68,0	63,91	PS 05T21	48	12	28
22	71,0	66,93	PS 05T22	50	12	28
23	73,5	69,95	PS 05T23	52	12	28
24	77,0	72,97	PS 05T24	54	12	28
25	80,0	76,00	PS 05T25	57	12	28
30	94,7	91,12	PS 05T30	60	12	28

Pignoni per catene semplici, a rulli DIN 8187 - ISO/R 606
 Sprockets for simplex, chain to DIN 8187 - ISO/R 606
 Kettenräder mit einseitiger Nabe für Simplex-Rollenkette nach: DIN 8187 - ISO/R 606
 Pignons avec moyeu déporté pour chaînes simples, à rouleaux suivant les normes: DIN 8187 - ISO/R 606
 Piñones para cadena, de rodillos según las normas: DIN 8187 - ISO/R 606
 Materiale C 43 - Material C 43 - Matière C 43 - Material C 43 UNI 7847



1/2" x 5/16" - 08 B1

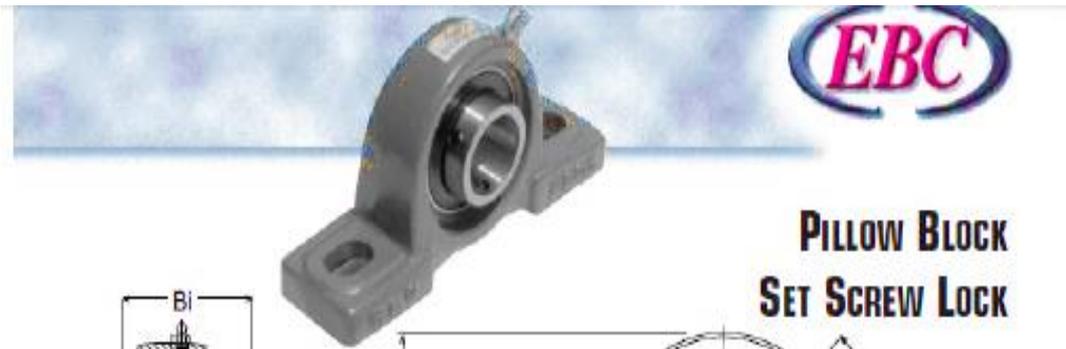
Z	D _e	D _p	PS			
			cod.	d	D	H
12	53,0	49,07	PS 09T12	33	10	28
13	57,4	53,06	PS 09T13	37	10	28
14	61,8	57,07	PS 09T14	41	10	28
15	65,5	61,09	PS 09T15	45	10	28
16	69,5	65,10	PS 09T16	50	12	28
17	73,6	69,11	PS 09T17	52	12	28
18	77,8	73,14	PS 09T18	56	12	28
19	81,7	77,16	PS 09T19	60	12	28
20	85,8	81,19	PS 09T20	64	12	28
21	89,7	85,22	PS 09T21	68	14	28
22	93,8	89,24	PS 09T22	70	14	28
23	98,2	93,27	PS 09T23	70	14	28
24	101,8	97,29	PS 09T24	70	14	28
25	105,8	101,33	PS 09T25	70	14	28
30	126,1	121,50	PS 09T30	80	16	30

3/4" x 7/16" - 12 B1

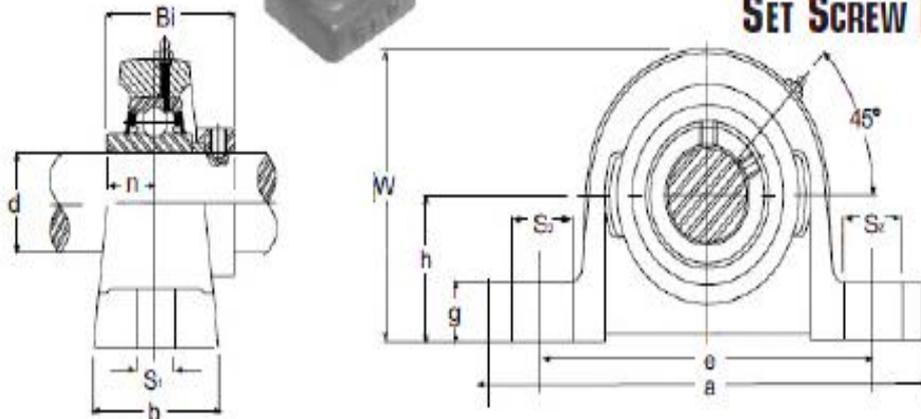
Z	D _e	D _p	PS			
			cod.	d	D	H
12	81,5	73,60	PS 11T12	52	14	35
13	87,5	79,59	PS 11T13	58	14	35
14	93,6	85,61	PS 11T14	64	14	35
15	99,8	91,63	PS 11T15	70	14	35
16	105,5	97,65	PS 11T16	75	16	35
17	111,5	103,67	PS 11T17	80	16	35
18	118,0	109,71	PS 11T18	80	16	35
19	124,2	115,75	PS 11T19	80	16	35
20	129,7	121,78	PS 11T20	80	16	35
21	136,0	127,82	PS 11T21	90	20	40
22	141,8	133,86	PS 11T22	90	20	40
23	149,0	139,90	PS 11T23	90	20	40
24	153,9	145,94	PS 11T24	90	20	40
25	160,0	152,00	PS 11T25	90	20	40
30	190,5	182,25	PS 11T30	95	20	40

Fuente: <http://www.vogxés.com/>

ANEXO 5 DATOS TECNICOS SKF



PILLOW BLOCK SET SCREW LOCK



Part Number	Set Screw (d)		Dimensions (in) or (mm)									Screw Used		Weight Lbs.
	(in.)	(mm)	h	a	b	S2	S1	g	W	Bi	n	(in.)	(mm)	
UCP 201		12												
UCP 202		15	30.2	127	95	98	19	13	12	60	31	12.7		
UCP 203		17												
UCP 201-08	1/8											3/8		1.32
UCP 202-09	9/16													
UCP 203-10	5/8		1 3/16	5	3 3/4	1 1/2	3/4	1/2	15/32	2 3/8	1.2205	0.5000		
UCP 203-11	11/16													
UCP 204		20	33.3	127	95	98	19	13	13	64	31	12.7		
UCP 204-12	3/4		1 5/16	5	3 3/4	1 1/2	3/4	1/2	1/2	12 17/64	1.2205	0.7500	3/8	1.46
UCP 205		25	38.5	160	105	35	19	13	15	71	30.1	14.3		
UCP 205-13	13/16													
UCP 205-14	7/8													
UCP 205-15	15/16		1 7/16	5 1/2	4 1/8	1 1/2	3/4	1/2	16/32	2 25/32	1.2425	0.5000	3/8	1.76
UCP 205-16	1													
UCP 206		30	42.9	165	121	40	21	17	17	84	30.1	15.9		
UCP 206-17	1 1/16													
UCP 206-18	1 1/8													
UCP 206-19	1 3/16		1 11/16	5 1/2	4 3/4	1 7/8	13/16	21/32	21/32	3 5/16	1.2000	0.6250	1/2	2.64
UCP 206-20	1 1/4													
UCP 207		35	47.0	167	127	48	21	17	19	98	42.0	17.5		
UCP 207-20	1 1/4													
UCP 207-21	1 5/16													
UCP 207-22	1 3/8		1 7/8	6 9/16	5	1 7/8	13/16	21/32	3/8	3 21/32	1.0590	0.6890	1/2	3.74
UCP 207-23	1 7/16													
UCP 208		40	69.2	181	137	54	21	17	20	96	48.2	19		
UCP 208-24	1 1/2		1 15/16	7 1/4	5 13/32	2 1/8	13/16	21/32	25/32	3 27/32	1.5370	0.7450	1/2	4.62
UCP 208-25	1 9/16													
UCP 209		45	54	190	146	54	21	17	20	108	48.2	19		
UCP 209-26	1 5/8													
UCP 209-27	1 11/16		2 1/8	7 15/32	5 3/4	2 1/8	13/16	21/32	25/32	4 3/16	1.6370	0.7450	1/2	5.28
UCP 209-28	1 3/4													
UCP 210		50	57.2	206	159	60	22	20	22	114	51.5	19		
UCP 210-29	1 13/16													
UCP 210-30	1 7/8													
UCP 210-31	1 15/16		2 1/4	8 1/8	6 1/4	2 3/8	7/8	25/32	7/8	4 31/64	2.0315	0.7450	5/8	6.58
UCP 210-32	2													
UCP 211		55	63.5	219	171	60	22	20	22	129	55.8	22.2		
UCP 211-32	2													
UCP 211-33	2 1/16													
UCP 211-34	2 1/8		2 1/2	8 5/8	6 23/32	2 3/8	7/8	25/32	7/8	4 29/32	2.1890	0.6710	5/8	8.14
UCP 211-35	2 3/16													

UCP 200 SERIES

Dimensional data is for reference only. EBC assumes no liability with respect to errors or omissions.

ANEXO 6 MANUAL DE USUARIO DE LA MÁQUINA

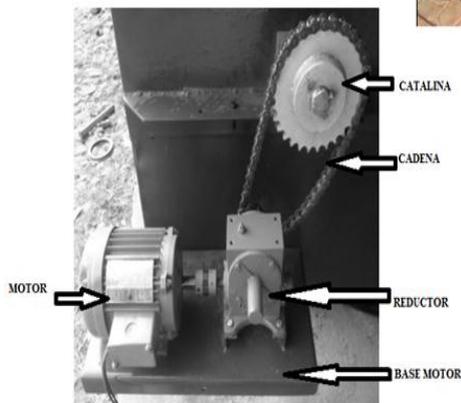
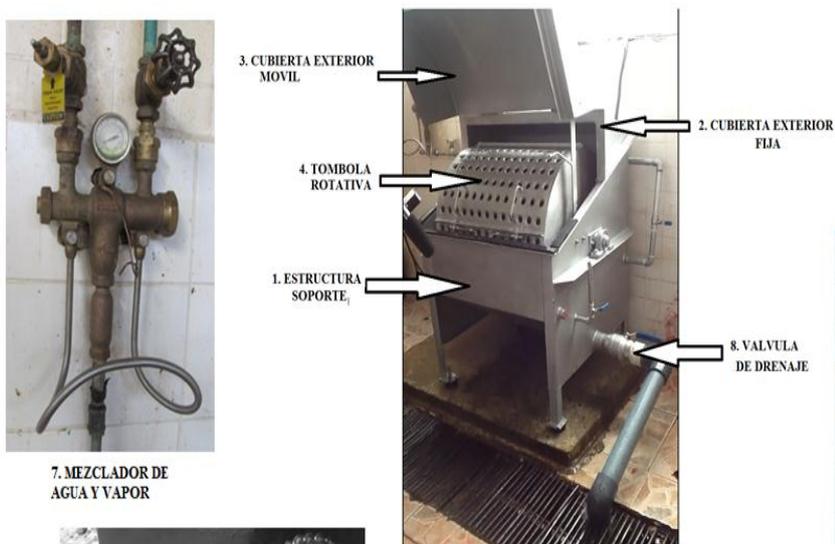
INTRODUCCIÓN

En este manual se describen los procedimientos de operatividad y mantenimiento mecánico y eléctrico de las partes que lo conforman.

I. DESCRIPCION GENERAL

El equipo está compuesto de los siguientes elementos:

1. Estructura Soporte.
2. Cubierta exterior inferior fija.
3. Cubierta exterior superior móvil.
4. Tómbola rotativa.
5. Sistema de transmisión.
6. Tablero Eléctrico
7. Mezclador de agua y vapor.
8. Válvula de drenaje.



5. SISTEMA DE TRANSMISIÓN



II. FUNCIONAMIENTO

A continuación se hace descripción general del funcionamiento de la máquina:

1. Abrir el tablero eléctrico y posicionar el reloj en 11 minutos.
2. Este procedimiento se realiza una sola vez.
3. Posicionar la tómbola dando "PULSOS". Con la tapa de lavadora abierta, pulsar el botón verde "ON", hasta tener la abertura de la tómbola en posición.
4. Abrir la tómbola e insertar 20 patas horizontalmente (mitad traseras y mitad delanteras, 2 patas por línea)
5. Cerrar la tapa de la lavadora.
6. Realizar un prelavado por 2 minutos para eliminar sangre y suciedad como materia fecal. Vaciar todo el contenido de agua sucia.
7. Nuevamente abrir la válvula de agua y vapor completamente.
8. Llenar el tanque de agua hasta un poco hasta más arriba del indicador de nivel de agua.
9. Realizar una mezcla de agua y cal 2.7 kg.
10. Cerrar la tómbola. Prender la máquina oprimiendo el botón verde "ON"
11. Inicia proceso de escaldado, por 11 minutos (temporizador) no dejar bajar temperatura sino hasta 50 grados, para un buen lavado.
12. Cuando termina el ciclo de lavado (11 minutos), la máquina se apaga automáticamente.
13. Una vez cumplido el tiempo de lavado es drenado el líquido que se encuentra al interior de la tómbola.
14. Hacer de nuevo un ciclo corto de lavado por 2 minutos de agua a medio llenar. Esto es con el fin de eliminar los residuos de cal.
15. Hacer de nuevo un ciclo corto de lavado por 2 minutos solo con agua fría (para bajar temperatura y limpiar las patas)
16. Retirar patas e inicia un nuevo proceso.

PRECAUCIÓN: EN CASO DE FALLO PRESIONAR EL BOTON DE PARO DE “EMERGENCIA.

III. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	Potencia: 1Hp Voltaje: 223/460 v (trifásico) Frecuencia: 60hz Rpm de salida: 1735rpm
Tómbola	Lamina acero galvanizado ASTM-36 Velocidad de rotación 35 rpm
Dimensiones generales de la máquina	Largo: 1200 mm Ancho: 500 mm Alto: 1300 mm
Estructura del soporte	Ángulo L 3/16' Lámina acero galvanizado ASTM-36
Transmisión	Cadena de rodillos cilíndricos
Sistema de control	Relé térmico Temporizador programable der 0. A 30 min Contactor 4 Kw Pulsador start Pulsador stop Paro de emergencia
Mezclador	Para calentar agua con vapor

IV. PRECAUCIÓN

- No abrir la compuerta de la cubierta superior hasta que la tómbola se detenga por completo.
- Evitar el ingreso de cualquier sólido diferente al material de trabajo para el cual fue diseñado el equipo.
- La máquina debe ser operada con la cubierta superior completamente cerrada. Por seguridad para los operarios y protección de los componentes.
- La manipulación del sistema eléctrico solo se debe hacer por personal capacitado para cumplir esta función.

- Trabajar solo con la cantidad recomendada de material, máximo 20 patas de bovino por ciclo.

V. MANTENIMIENTO

- Lavar la maquina en su interior retirando la cubierta superior y dejando abierta la válvula de drenaje.
- Para el lavado exterior se debe evitar el contacto del agua con el tablero de control, el motor y sistema de transmisión.
- Lubricar la cadena de transmisión cada semana por medio de grasa.
- Revisar la tensión de la cadena cada semana.
- Revisión diaria de los sistemas de drenaje para evitar la acumulación de partículas.
- Engrasar las chumaceras cada mes.
- Realizar mantenimiento del motor según recomendación del fabricante.

VI. CONDICIONES DE TRABAJO DE LA LAVADORA

Para lograr la máxima eficiencia son necesarias las siguientes condiciones:

- Trabajar con los niveles de agua recomendados para cada ciclo de trabajo (50% de capacidad del tanque)
- Ingresar a la máquina solo el material para el cual está diseñado el equipo.
- La temperatura del agua para el segundo ciclo de lavado debe ser de 70°C aproximadamente.
- Adicionar solamente la cantidad de 2.7 Kg. De químico para el lavado en el segundo ciclo.
- Además cumplir con las recordaciones expuesta anteriormente

ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE LA LAVADORA DE PATAS EN PUNTO CERO

1. CONEXIÓN DE ENERGÍA

- a) Breaker trifásico a 220 V a mínimo 20 °
- b) Acometida eléctrica trifásica a 220V, a punto cero del lugar de instalación del equipo, con cable #10 ó #12 (dependiendo de la distancia del tablero principal). Este cable es para alimentar la caja de control.

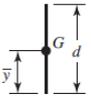
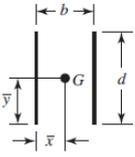
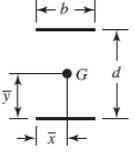
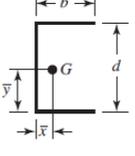
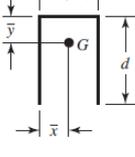
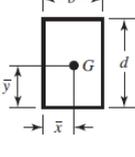
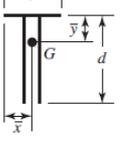
1. CONEXION DE MEZCLADOR DE AGUA Y VAPOR

- a) Válvula de bola 1 " para conexión del mezclador a punto cero de la máquina (Agua Caliente). Acometida de agua fría en tubería galvanizada de Ø 1 " con rosca macho.
- b) Válvula de bola diámetro 1 " para conexión de agua fría a punto cero de la máquina.

2. DESAGÜE DE LA MÁQUINA

- a) Recomienda para el desagüe instalado en tubería de PVC sanitaria de § 3" para acoplarlo a válvula de bola de 3"

ANEXO 7 PROPIEDADES A LA DE FLEXIÓN DE SOLDADURAS A FILETE

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$

Fuente: SHIGLEY, J: Manual de Diseño Mecánico: McGraw-Hill: Cuarta Edición 1989: México; Pág. 454.

ANEXO 8

FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA SELECCIÓN DE ACOPLAMIENTOS

Máquina motriz			Máquina receptora	Ejemplos de máquinas receptoras
Motor electr. y turbina	Máq. de piston			
	4 a 6 cilind.	1 a 3 cilind.		
1	1,2	1,4	1 Marcha regular Inercia muy pequeña	•Eje de reenvío •Generador de alumbrado •Línea de ejes •Bombas centrifugas •Ventilador centrifugo ...
1,2	1,4	1,7	2 Marcha irregular Inercia pequeña	•Agitador de líquidos •Cinta transportadora •Ascensor •Máquinas herramientas rotativas para madera y metales •Máquinas textiles ligeras •Plegadoras •Bombas de engranajes •Bombas de paletas •Ventiladores ...
1,4	1,7	2	3 Marcha irregular Inercia media	•Agitador de líquidos cargados •Compresor rotativo •Transportadora de rodillos•Desmenuzadoras •Hornos rotativos •Máquinas para maderas (desbastadora, sierra de cinta ...) •Máquinas para imprimir •Mezclador •Montacargas •Punzonadora •Bomba centrífuga para líquidos cargados ...
1,7	2	2,4	4 Marcha irregular Inercia media De golpes medios	•Hormigonera •Molino de percusión •Molino de bolas •Compresor de pistón con volante de inercia •Transportador de cadena •Grúa •Laminador de metales ligeros •Máquinas de molino harinero •Martillo pilón •Telar •Bomba de pistón con volante de inercia •Cepilladora de metales •Tornos elevadores •Ventiladores de mina ...
2	2,4	2,8	5 Marcha irregular Inercia importante De golpes importantes	•Molino de martillos •Calandra (de caucho, textil ...) •Compresor de pistón con pequeño volante de inercia •Desfibradora de madera •Excavadora •Laminador •Bomba de pistón con pequeño volante de inercia •Prensa forjadora •Prensa para fabricación de papel •Tamiz vibrante ...
2,4	2,8	3,3	6 Marcha irregular Inercia muy importante De golpes muy importantes	•Compresor de pistón sin volante de inercia •Triturador •Generador de soldadura •Laminador pesado •Prensa de mam-postería •Bomba de pistón sin volante de inercia ...

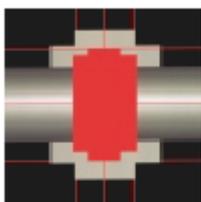
Tabla K₁ coeficiente de irregularidades del par

Según máquina motriz - máquina receptora	NUMERO DE ARRANQUES POR HORA				
	1	10	30	60	120
Ver cuadro K ₁					
1	1	1,2	1,3	1,5	1,6
2 3	1	1,1	1,2	1,3	1,4
4 5 6	1	1,05	1,1	1,2	1,2

Tabla. K₂ coeficiente de frecuencias de arranques

Número de horas de funcionamiento diario	0 - 2	2 - 8	8 - 16	16 - 24
Coeficiente K ₃	0,9	1	1,1	1,2

Tabla K₃ coeficiente de numero de horas de funcionamiento



BRIDAS SAE

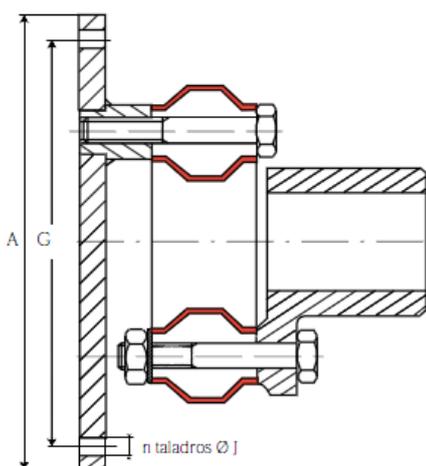
ACOPLAMIENTOS DE BRIDAS SEGÚN NORMA SAE

En el caso de utilización de acoplamientos con motores térmicos (grupos electrógenos, moto-bombas), la fijación mediante brida permite un enlace directo en el volante del motor.

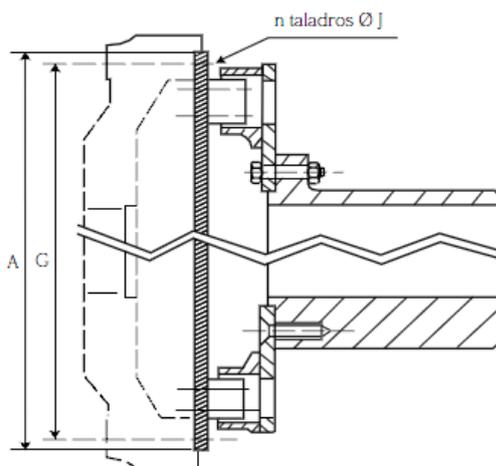
Disponemos, bajo pedido, de acoplamientos provistos de bridas conforme a la norma SAE.

SAE	Ø A 17	Ø G	n x J
6½	215,90	200,00	6 x 8,5
7½	241,30	222,30	8 x 8,5
8	263,52	244,50	6 x 10,5
10	314,40	295,30	8 x 10,5
11½	352,40	333,40	8 x 10,5
14	466,70	438,15	8 x 13
16	517,52	489,00	8 x 13

Ejemplos de realizaciones :

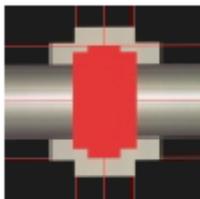


JUBOFLEX



AXOFLEX

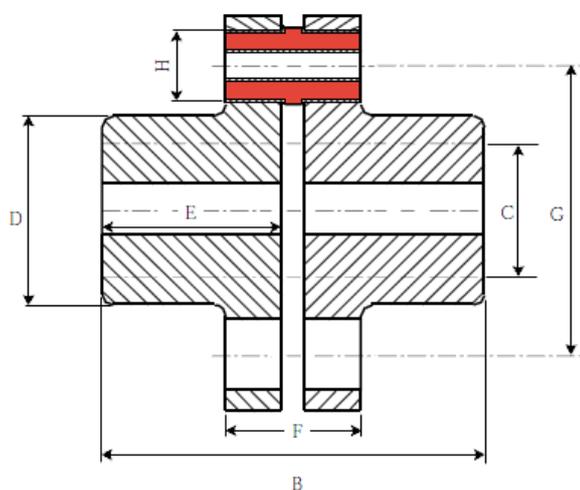
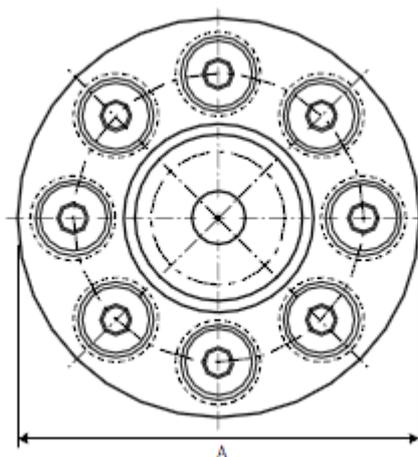
TEJASA T.C. Teléfonos 942 544 223 - 946 016 666 Fax 942 544 224 - 944 572 206 comercial@tejasa.es www.tejasa.es



ELEMENTOS PARA MANTENIMIENTO DE ACOPLAMIENTOS

ELEMENTOS GV

Se recomienda su empleo en caso de grandes velocidades de rotación



Par nominal TCN m.N	Velocid máx. rpm	Taladro C mm		A mm	B mm	D mm	E mm	Tipo	Referencia acopla- miento	Referencia plot	Num. de plot	F mm	G mm	H mm
		min.	máx.											
80	9000	10	35	100	125	56	60	C.V.10-8	613101	523102	8	35	76	16
450	7000	24	60	180	170	85	80	C.V.40-8	613400	523401	8	70	130	32
1000	5000	35	70	220	235	100	110	C.V.80-8	613800	523801	8	115	150	40
3800	3500	35	120	330	320	170	150	C.V.150-10	613901	523902	10	120	250	50
5400	3000	35	140	380	340	200	160	C.V.150-12	613902	523902	12	120	300	50
9000	2500	40	180	480	400	250	190	C.V.150-16	613903	523902	16	120	400	50

1 Nm \neq 0.1 mkg

ANEXO 9

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA LAVADORA

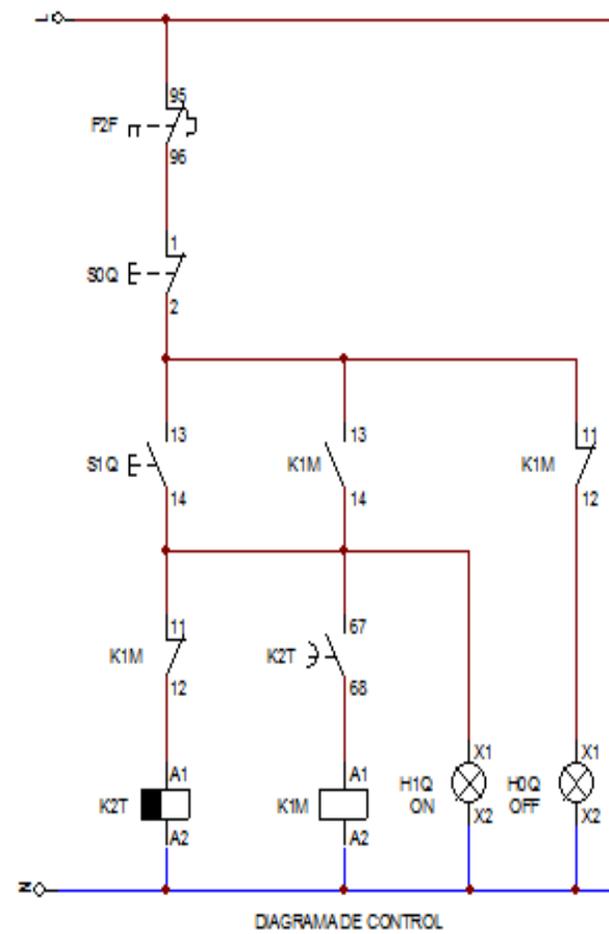
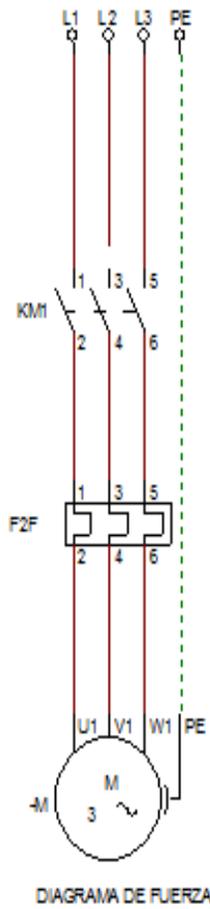
MUESTRA (20 patas)	TIEMPO minutos	TEMPERATURA °C	CALIDAD DE LAVADO %
1	10	30	30
2	10	35	41
3	10	40	62
4	10	45	81
5	10	50	92
1	13	30	35
2	13	35	45
3	13	40	65
4	13	45	85
5	13	50	97
1	15	30	38
2	15	35	48
3	15	40	68
4	15	45	84
5	15	50	96
1	17	30	45
2	17	35	58
3	17	40	70
4	17	45	85
5	17	50	98

Como podemos observar el tiempo primordial para que la producción se acelere será un máximo de 13 minutos y el lavado esta en un 97%.

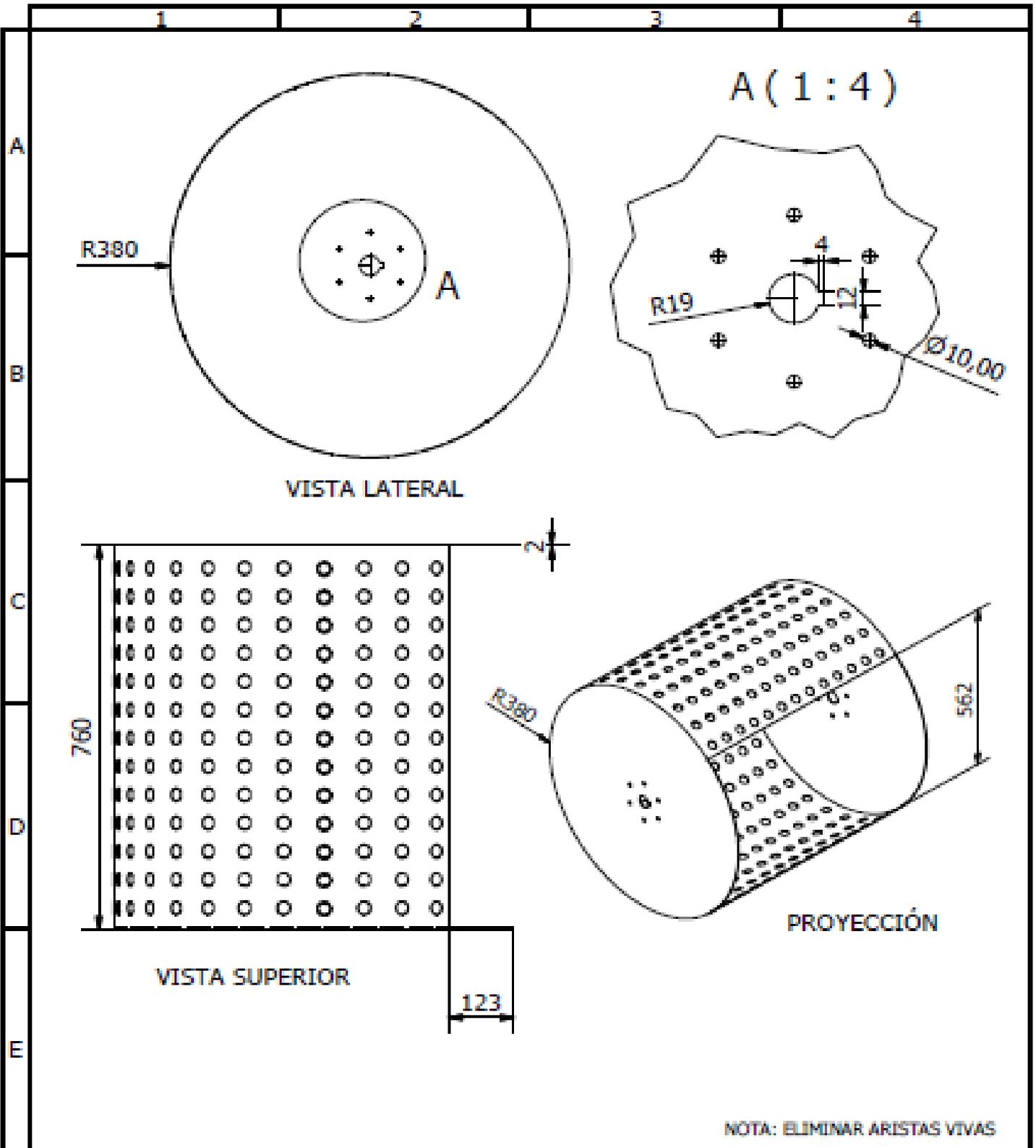
Fuente: Santiago Valencia

ANEXO 10

PLANOS

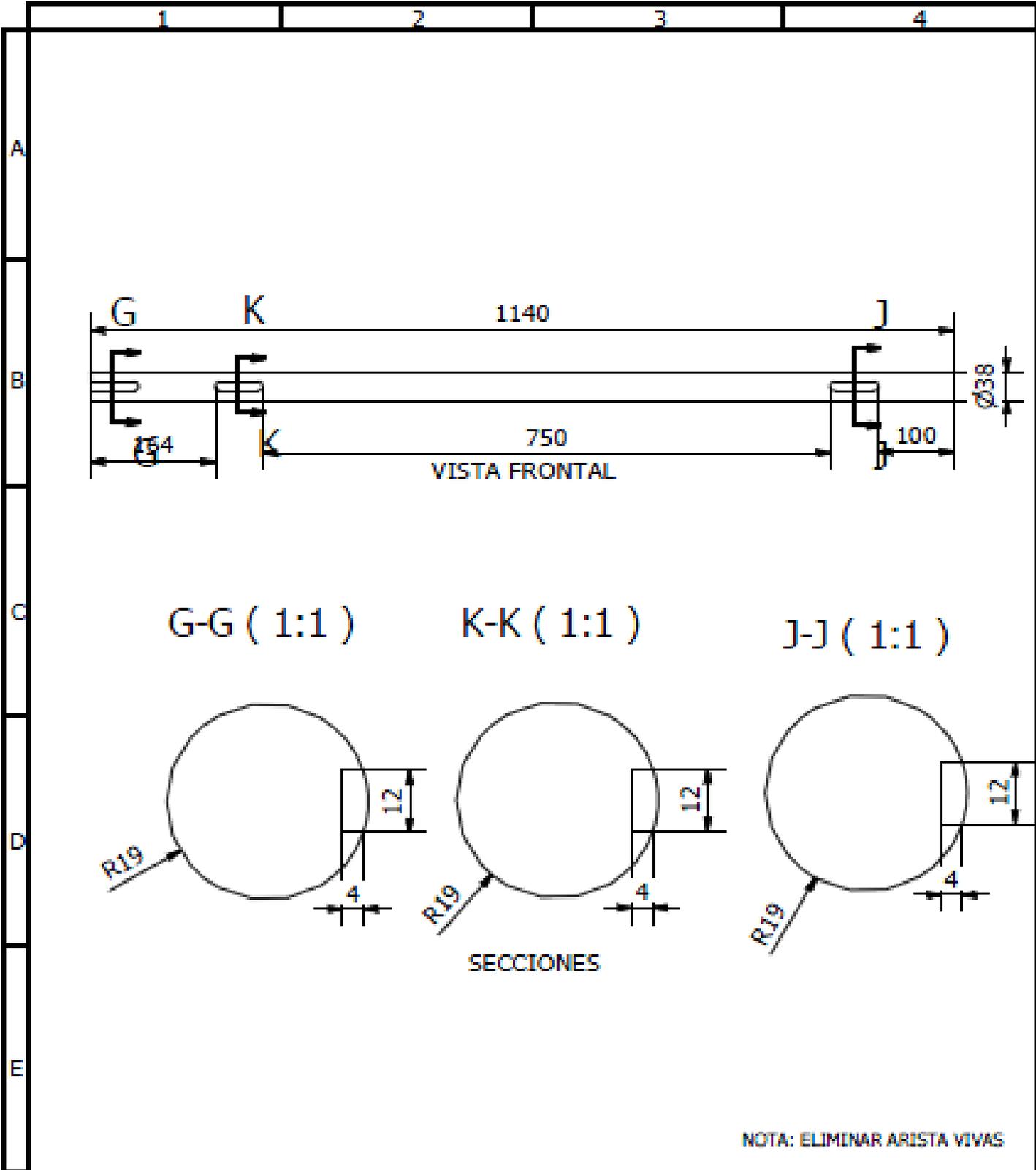


	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha: 09-Enero-14	Nº: 1 de 1
Dibujado	08/Enero/14	Valencia S.		Universidad Técnica Norte	DIAGRAMA FUERZA - CONTROL	Archivo: Anexo 10.cad	
Comprobado	09/Enero/14	Ing. Obando					



NOTA: ELIMINAR ARISTAS VIVAS

				Tolerancia 0.6	Peso: 35Kg	Materiales: PLANCHA ASTM A36 GALVANIZADO PERFORACIÓN 1[PULG]. ESPESOR 2 [MM]	
						Denominación:	Escala:
				Div.	Fecha	CILINDRO ROTATORIO LAVADOR	
				Rev.	18/11/13	1:10	
				Apr.	20/11/13		
					20/11/13		
				Firma		Número del dibujo:	
1						001.01	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

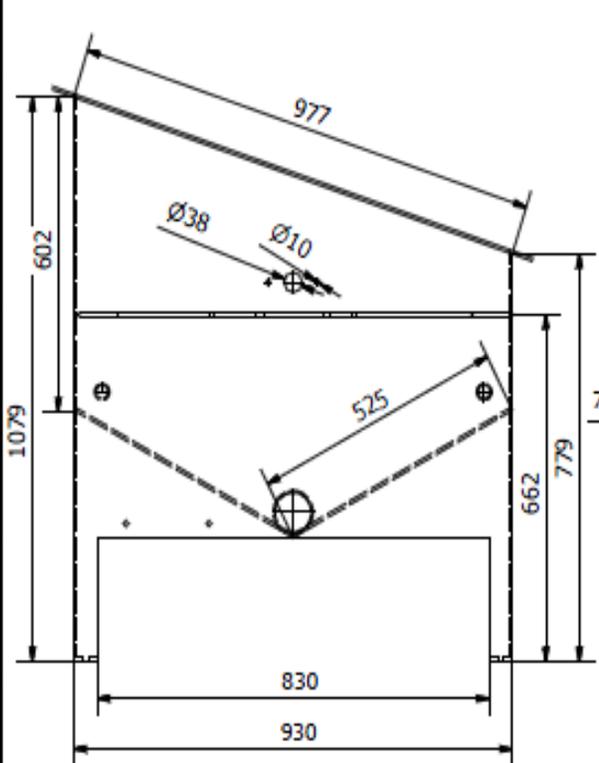


NOTA: ELIMINAR ARISTA VIVAS

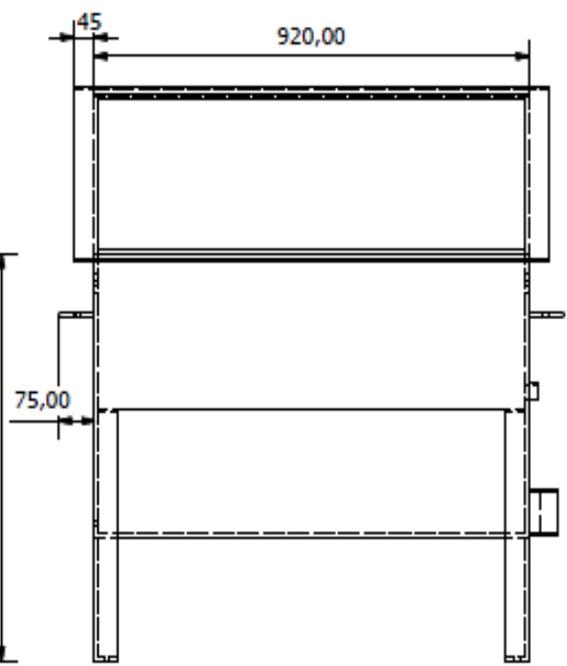
				Tolerancia 0.1	Peso: 5 Kg	Materiales: SAE 1018 GALVANIZADO 1 1/2"		
						Denominación: EJE DE TRANSMISIÓN	Escala: 1:10	
				Div.	Fecha			Nombre
				Rev.	20/11/13			Ing. Villarreal
				Apr.	20/11/13	Ing. Villarreal		
				Firma		Número del dibujo: 001.02		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

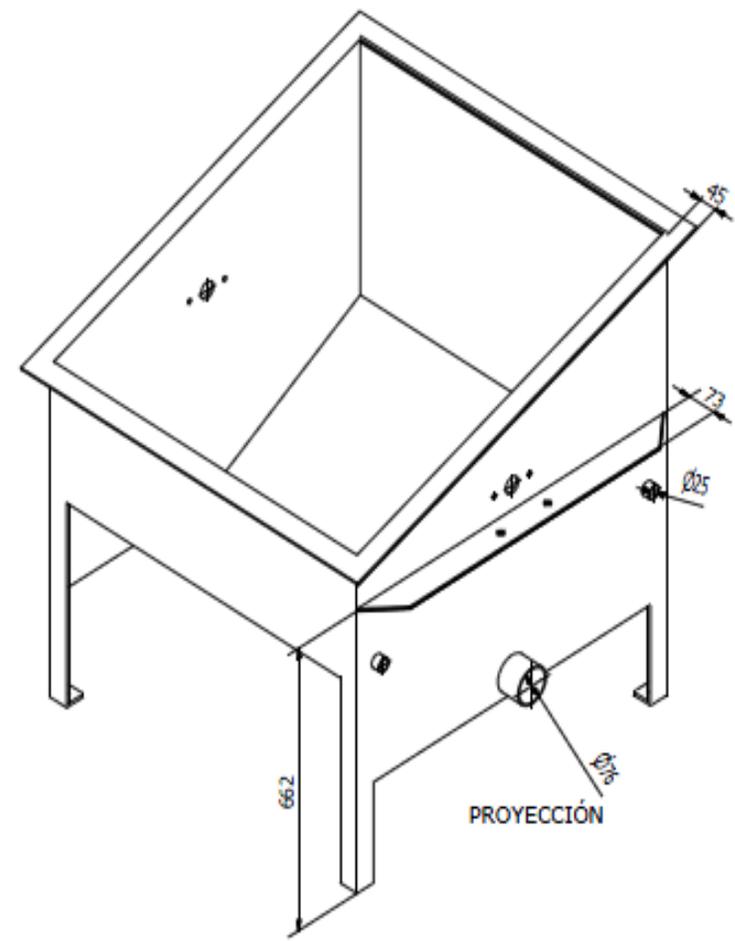
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



VISTA LATERAL



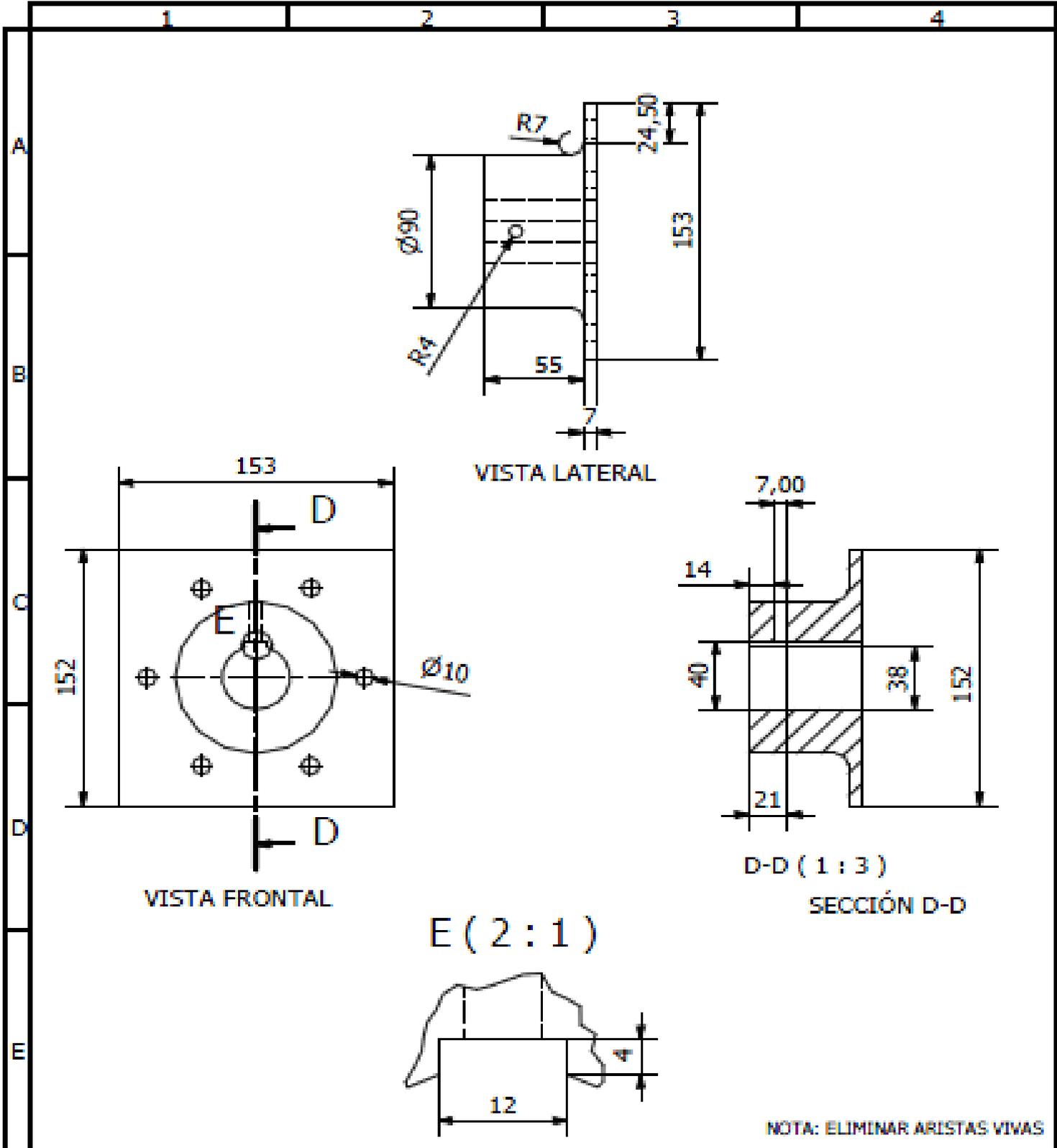
VISTA FRONTAL



NOTA: ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tolerancia	0,8	Peso:	100 Kg	Materiales:	AMGULO SIMÉTRICO GALVANIADO 45x45x3 [mm] PLANCHA ASTM 36 GALVANIZADO 2[mm]
Div.	18/11/13	Fecha	18/11/13	Nombre:	S. Valencia
Rev.	20/11/13	Fecha	20/11/13	Nombre:	Ing. Villarreal
Apro.	20/11/13	Fecha	20/11/13	Nombre:	Ing. Villarreal
Firma		Número del dibujo:		001.03	Escala:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		1:20

x 297 mm

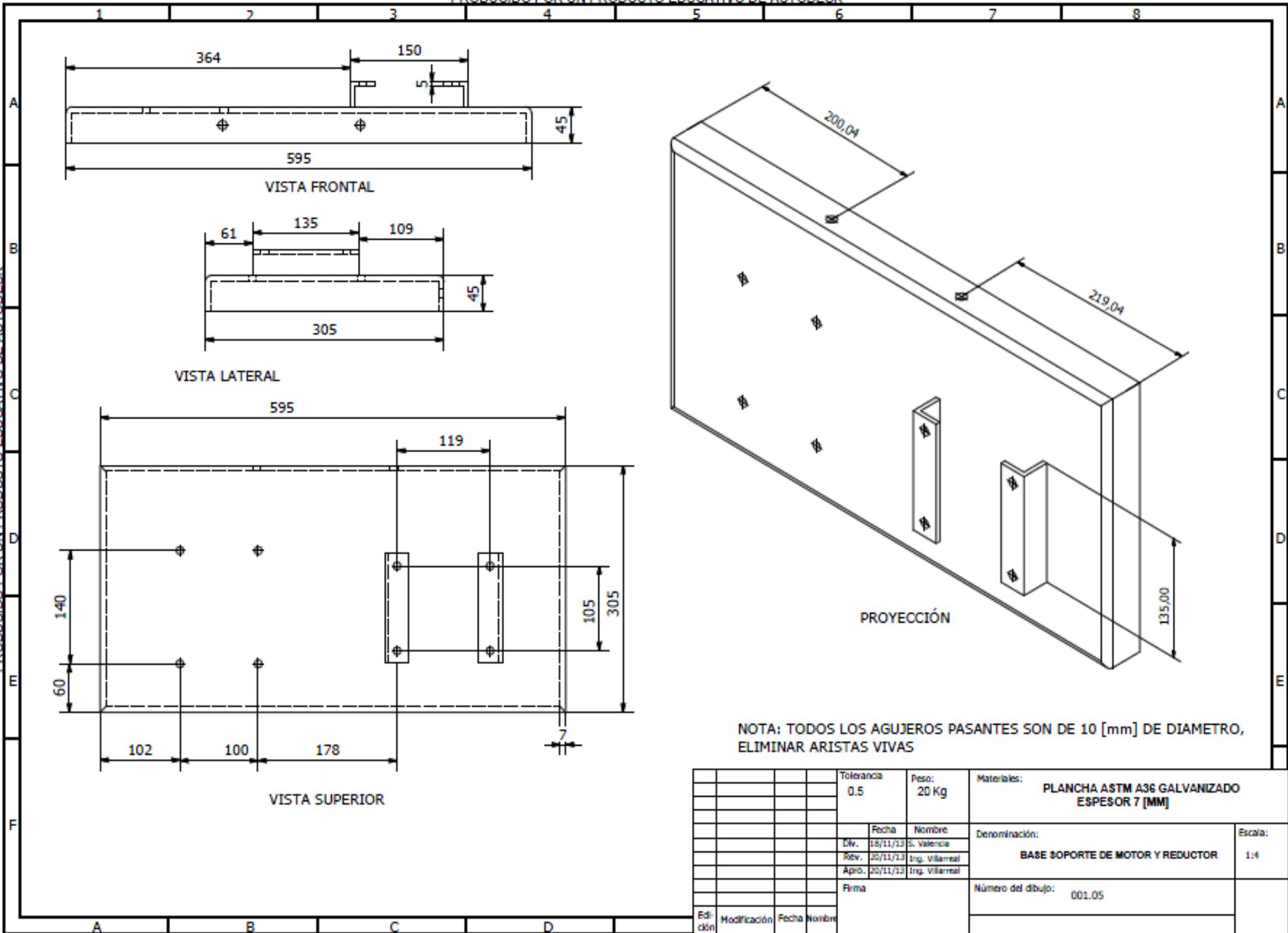


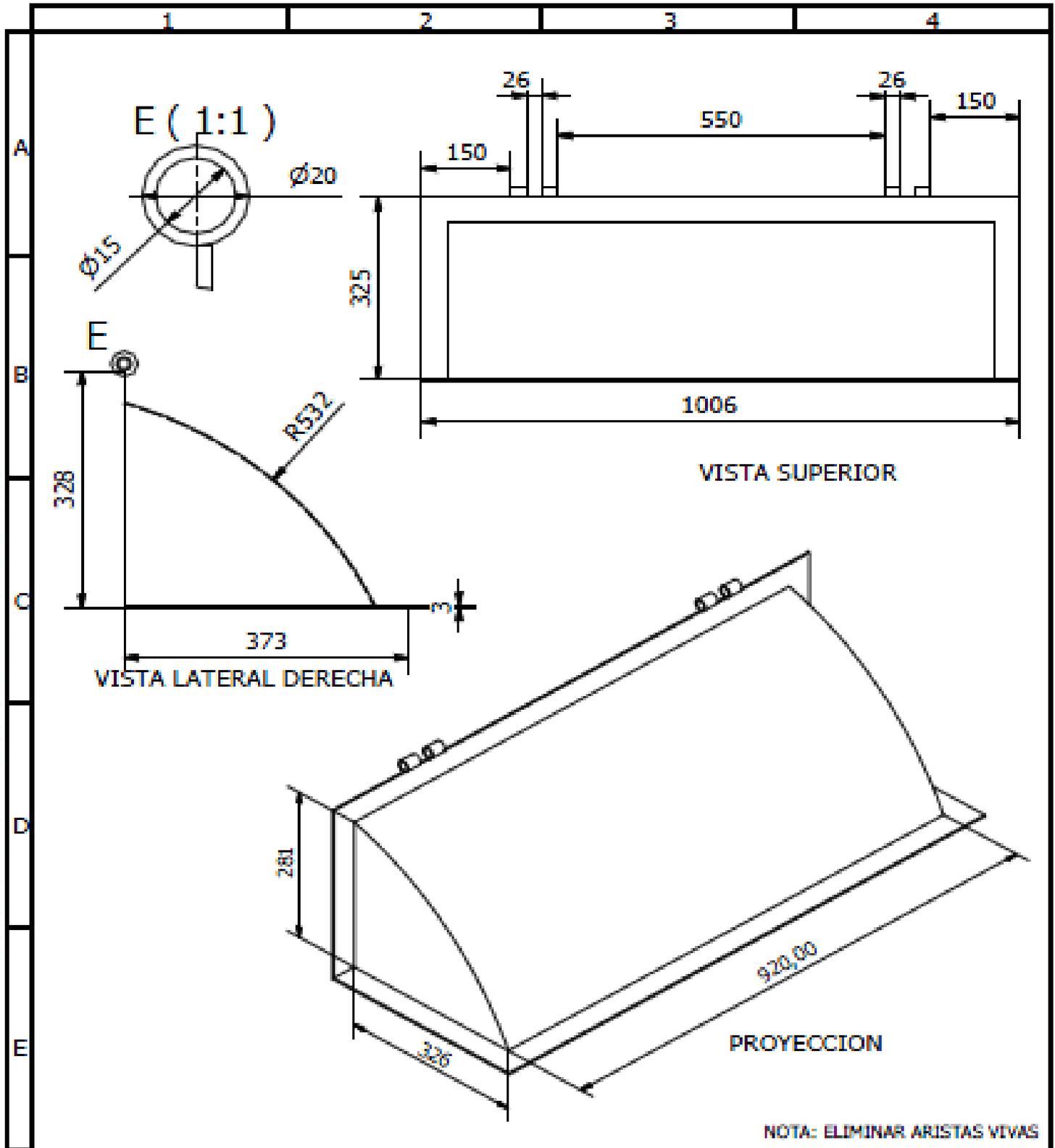
NOTA: ELIMINAR ARISTAS VIVAS

				Tolerancia 0,5	Peso: 2 Kg	Materiales: LAMINA ASTM A36 GALVANIZADO ESPESOR 7 [MM] EJE GALVANIZADO ESPESOR 90 [MM], TORNEADO 1 1/2"	
				Fecha	Nombre	Denominación: BRIDA DE UNION ENTRE EJE Y CILINDRO	Escala: 1:3
			Div.	18/11/13	Ing. Valencia		
			Rev.	20/11/13	Ing. Villarreal		
				Apro.	20/11/13	Ing. Villarreal	
				Firma		Número del dibujo: 001.04	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

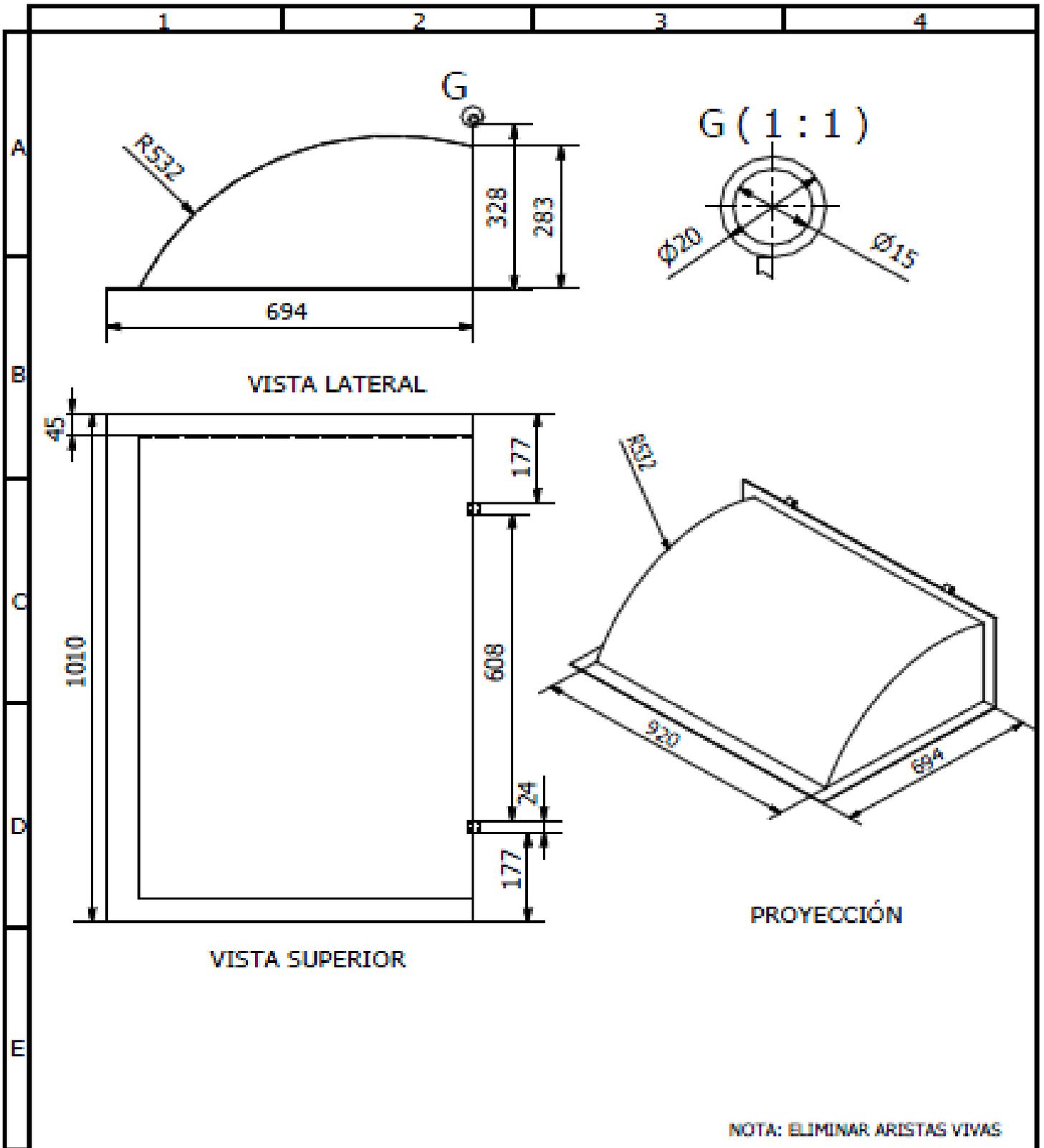




PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

				Tolerancia 0.8	Peso: 25 Kg	Materiales: PLANCHA ASTM A36 GALVANIZADO ESPESOR 2[MM]		
						Denominación: TAPA ESTRUCTURA FIDA	Escala: 1:9	
				Div.	18/11/13			S. Valencia
				Rev.	20/11/13			Ing. Villarreal
				Apro.	20/11/13	Ing. Villarreal		
				Firma		Número del dibujo:	001.06	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

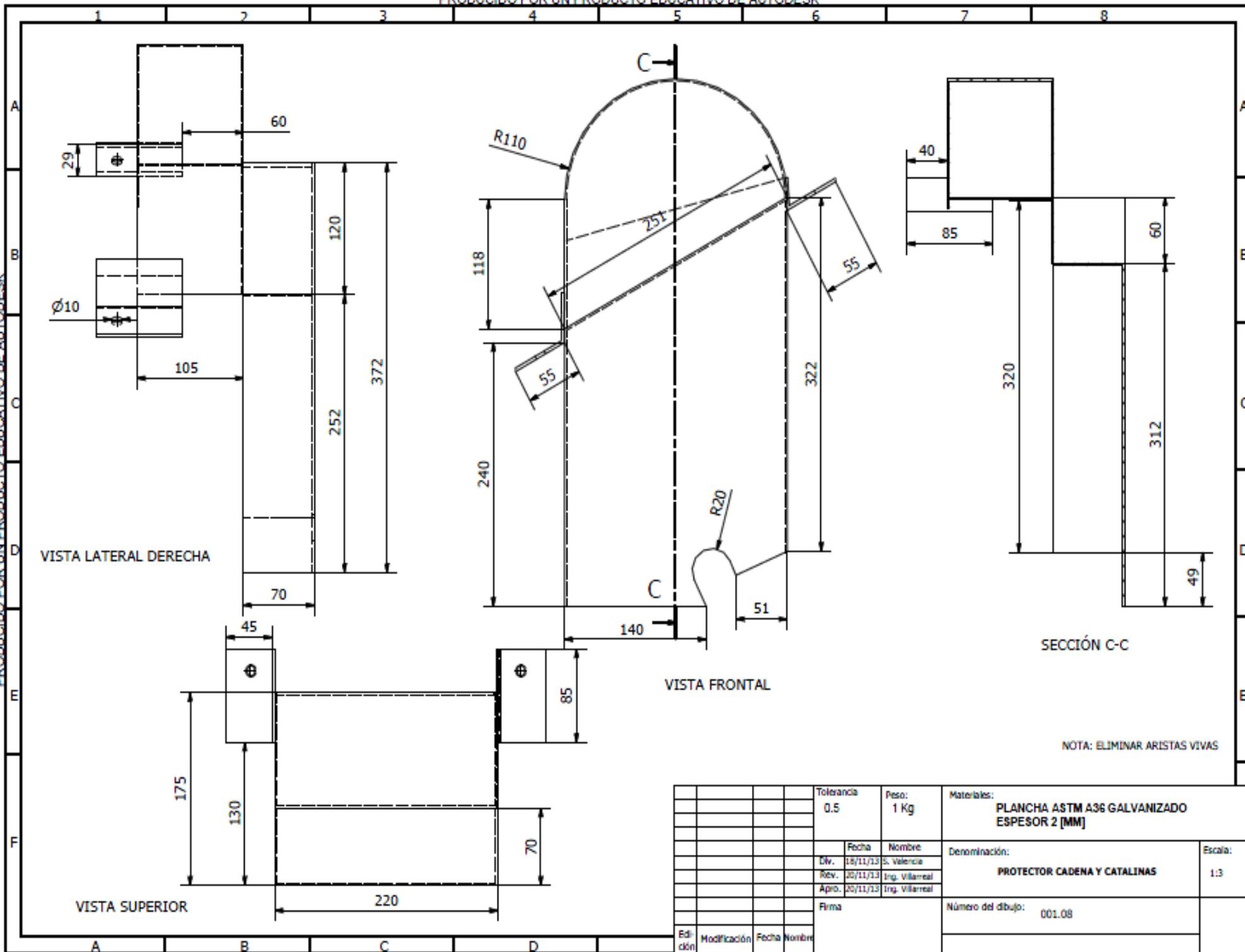


NOTA: ELIMINAR ARISTAS VIVAS

				Tolerancia 0.5	Peso: 25 Kg	Materiales: PLANCHA ASTM A36 GALVANIZADO ESPESOR 2[MM]		
						Denominación: TAPA ESTRUCTURA MOVIL	Escala: 1:10	
				Div.	18/11/13			S. Valencia
				Rev.	20/11/13			Ing. Villarreal
				Apro.	20/11/13	Ing. Villarreal		
				Firma			Número del dibujo: 001.07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

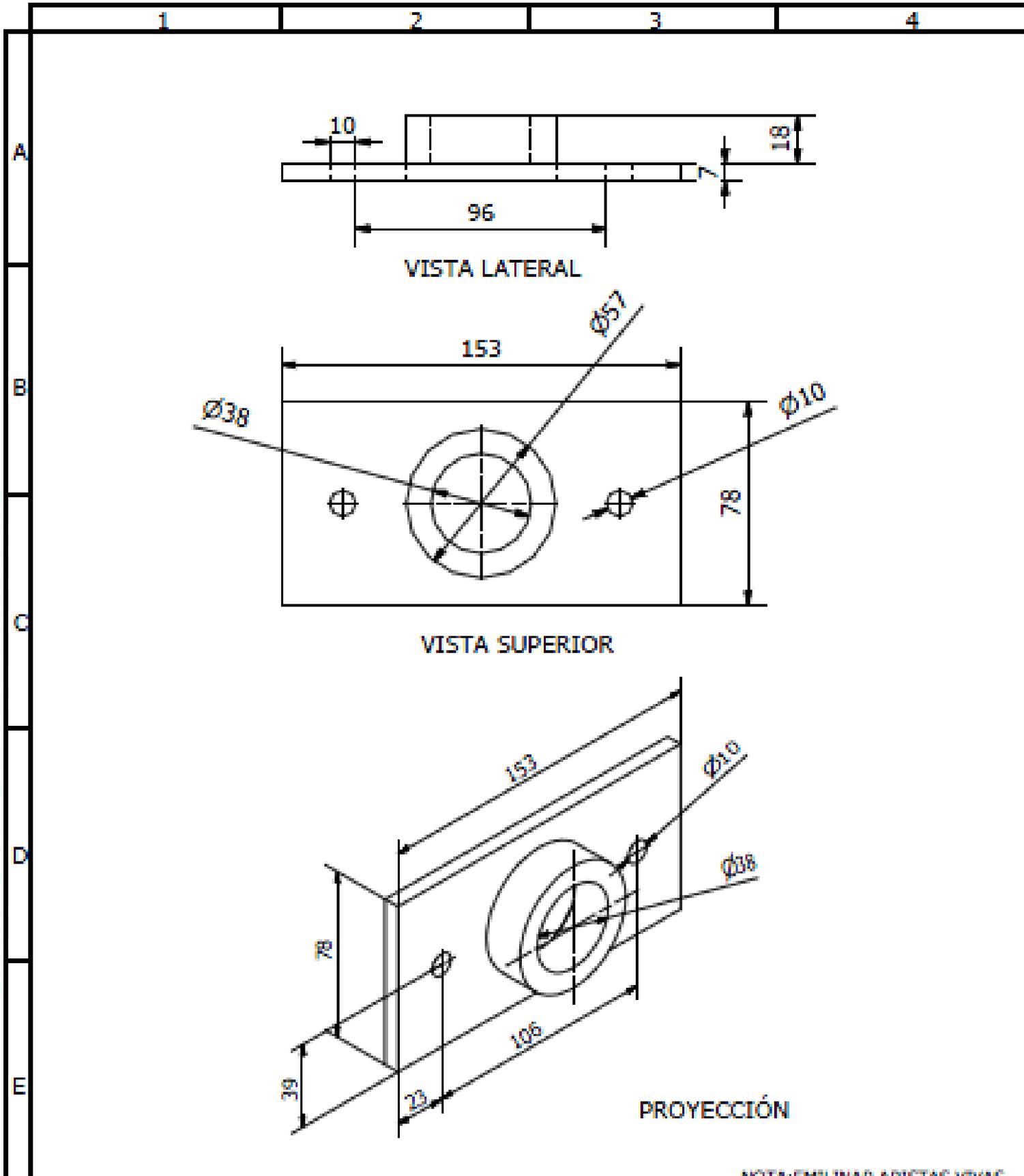
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



NOTA: ELIMINAR ARISTAS VIVAS

		Tolerancia	Peso:	Materiales:	
		0.5	1 Kg	PLANCHA ASTM A36 GALVANIZADO ESPESOR 2 [MM]	
		Fecha	Nombre:	Denominación:	
		Dv. 18/11/13	S. Valencia	PROTECTOR CADENA Y CATALINAS	
		Rev. 20/11/13	Ing. Villarreal	Escala:	
		Apr. 20/11/13	Ing. Villarreal	1:3	
		Firma	Número del dibujo:		
			001.08		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		



NOTA: EMILINAR ARISTAS VIVAS

				Tolerancia 0.2	Peso: 0.5 Kg	Materiales: LAMINA ASTM A36 GALVANIZADO ESP. 7 [MM]		
						Denominación: SISTEMA DE SELLO MECANICO	Escala: 1:2	
				Div.	Fecha			Nombre
				Rev.	20/11/13			Ing. Villarreal
				Apro.	20/11/13	Ing. Villarreal		
				Firma		Número del dibujo:	001.09	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					